



المندوبية السامية للتخطيط
HAUT-COMMISSARIAT AU PLAN

ROYAUME DU MAROC

*_*_*_*_*_*

HAUT COMMISSARIAT AU PLAN

*_*_*_*_*_*_*_*_*_*

INSTITUT NATIONAL
DE STATISTIQUE ET D'ECONOMIE
APPLIQUEE

INSEA



INSEA

Institut National de Statistique et
d'Economie

Projet de Fin d'Etudes

Pilotage technique en réassurance

Préparé par : M. Mejdoubi Iliass

Sous la direction de : *M. Lebbar Mustapha*(INSEA)
M. Youssfi Anasse (SCR)

Soutenu publiquement comme exigence partielle en vue de l'obtention du

Diplôme d'Ingénieur d'Etat

Filière : Actuariat Finance

Devant le jury composé de :

- *M. Lebbar Mustapha* (INSEA)
- *M. El Oraiby Amal* (INSEA)
- *M. Youssfi Anasse* (SCR)

Résumé

L'activité assurantielle a par son essence même un cycle de production inversé dans la mesure où les coûts de sinistres ne sont connus qu'après avoir encaissé les primes. Les assureurs et les réassureurs sont alors contraints de baser leur activité sur des estimations et des prévisions. Dans une telle perspective, les compagnies doivent impérativement avoir une vision claire sur deux notions clés du domaine de l'assurance à savoir la volatilité et la rentabilité.

A travers le présent travail, nous nous placerons au cœur du processus de pilotage de la Société Centrale de Réassurance sous deux visions :

Une vision rétrospective où nous nous intéresserons au calcul d'un nombre d'indicateurs et de ratios de risque regroupés par la suite dans un tableau de bord permettant ainsi le suivi de l'activité technique non vie de la compagnie.

Une vision prospective permettant de répondre aux exigences des nouvelles normes de solvabilité concernant l'Own Risk and Solvency Assessment (ORSA) où nous nous intéresserons à l'appétence au risque de la compagnie à travers une approche basée sur l'allocation des risques sur les différentes branches en utilisant principalement la méthode d'allocation de Shapley.

Mots clés : Pilotage, Indicateurs et ratios de risques, ORSA, Appétence au risque, allocation des risques.

Dédicace

À la mémoire de mon père.

Remerciement

Je tiens à remercier tout d'abord M. YOUSSEFI Anasse, responsable de la direction Entreprise Risk Management ainsi que l'ensemble de l'équipe constituée de Madame OUDRHIRI Aziza, M. ELOUADRHIRI Majd, M. BLALI Achraf et M. BOUTAYEB Jamal Eddine pour l'accompagnement et l'encadrement de qualité ainsi que pour la bonne ambiance durant toute la période qui s'est écoulée de mon stage.

Je tiens à présenter mon respect et ma gratitude à l'ensemble du corps professoral de l'Institut National de Statistique et d'Economie appliquée (INSEA) pour la qualité de la formation dont nous avons bénéficié durant notre cursus à l'INSEA, et particulièrement M. LEBBAR Mustapha pour avoir encadré mon travail.

Enfin, je tiens à remercier ma petite famille pour leur soutien durant tout mon parcours scolaire.

Table des matières

RESUME.....	3
DEDICACE	4
REMERCIEMENT.....	5
TABLE DES MATIERES.....	6
LISTE DES ABREVIATIONS :	10
LISTE DES FIGURES	11
LISTE DES TABLEAUX.....	13
INTRODUCTION :	14
CHAPITRE PRELIMINAIRE	15
I- LA REASSURANCE :	15
II- PRESENTATION DE LA SCR :.....	15
III- ENTREPRISE RISK MANAGEMENT :.....	16
IV- INDICATEURS TECHNIQUES :	16
V- ORSA :	16
VI- BRANCHES DE LA SCR :.....	17
 <u>Première partie : Vision rétrospective du processus de pilotage technique</u>	
CHAPITRE I : CALCUL DES INDICATEURS D’ACTIVITE ET TECHNIQUE DE LA SCR	19
I- INDICATEURS D’ACTIVITE :	19
1- GENERALITES :.....	19
2- TAUX DE CROISSANCE DES PRIMES :.....	19
3- LE TAUX DE CESSION :.....	19
4- DONNEES DE LA SCR :.....	20
<i>a- Taux de croissance.....</i>	<i>20</i>
<i>b- Taux de cession :.....</i>	<i>20</i>

<i>c- Vision par branches des primes 2013-2018 :</i>	21
<i>d- Constat et conclusions :</i>	22
II- RATIOS TECHNIQUES :	22
1- PRESENTATION DU RATIO DE SINISTRALITE :	23
2- LA NOTION DE RETROCESSION :	23
3- LES CHARGES SUPPLEMENTAIRES :	23
<i>a- Frais d'acquisition :</i>	24
<i>b- Frais d'administration :</i>	24
<i>c- Frais de gestion des sinistres :</i>	24
4- CALCUL DES RATIOS TECHNIQUES :	24
5- LES DONNEES DE LA SCR :	25
<i>a- Volet primes :</i>	25
<i>b- Volets sinistres :</i>	26
6- LES FORMULES RETENUES DE CALCUL DES RATIOS TECHNIQUES :	27
7- PRESENTATION DES RESULTATS :	28
<i>a- Vision globale du ratio de sinistralité :</i>	28
<i>b- Ratio de sinistralité brut et net de rétrocession :</i>	29
<i>c- Effet des charges d'acquisitions :</i>	31
CHAPITRE II : SPLIT DU RATIO DE SINISTRALITE.....	31
I- VALEURS EXTREMES :	31
1- CONTEXTE ET MOTIVATION :	31
2- NOTATION ET DEFINITIONS :	33
II- APPROCHES DE DETERMINATION DU SEUIL DES VALEURS EXTREMES :	34
1- TEMPS DE RETOUR :	34
2- THEORIE DES VALEURS EXTREMES :	35
<i>a- Principaux résultats de la TVE:</i>	35
<i>i -Distributions extrêmes :</i>	35
<i>ii -Détermination du type des valeurs extrêmes :</i>	36
<i>b- Estimation du seuil :</i>	36
<i>i Théorème de Pickands et la Loi de Pareto généralisée :</i>	36

♦ <i>Théorème de Pickands</i> :	36
♦ <i>Loi de Pareto généralisée</i> :	37
ii - <i>Caractéristiques de la loi GPD</i> :	37
iii - <i>Estimateurs non paramétrique de l'indice de queue</i> :	38
♦ <i>L'estimateur de Pickands</i> :	38
♦ <i>L'estimateur de Hill</i> :	38
♦ <i>L'estimateur des moments</i> :	38
III- DONNEES DE LA SCR :	39
1- APPROCHE DU TEMPS DE RETOUR :	39
2- THEORIE DES VALEURS EXTREMES :	40
a- <i>Etude de la queue des charges de la SCR</i> :	40
i - <i>QQ-plot</i>	40
ii - <i>Graphique de dépassement moyen</i> :	41
b- <i>Estimateurs non paramétriques</i> :	43
i - <i>l'estimateur de Hill</i> :	43
ii - <i>l'estimateur des moments</i> :	44
c- <i>Détermination du seuil</i> :	44
d- <i>Construction des portefeuille et résultats</i> :	45
IV- APPLICATION DU SPLIT AU RATIO DE SINISTRALITE :	46
1- CADRE THEORIQUE :	46
2- PRESENTATION ET INTERPRETATION DES RESULTATS :	46
V- FORMALISATION DES RESULTATS	48
1- MOTIVATIONS ET OBJECTIFS :	48
2- APERÇU :	48
a- <i>Volet ratio d'activité</i> :	49
b- <i>Volet ratio technique</i> :	50
3- SCHEMA DE DONNEES ET COMPOSANTES DU TABLEAU DE BORD :	50

CHAPITRE I : CONCEPTS ET DEFINITIONS :	53
I- PRESENTATION DE LA SBR :	53
1- ORSA :	54
2- L'APPETENCE AU RISQUE :	54
CHAPITRE II : L'ORSA ET LA SCR	55
1- CONTEXTE :	55
2- METHODOLOGIE :	56
3- MESURE DE RISQUE :	56
<i>a- Cohérence de la mesure de risque :</i>	<i>57</i>
<i>b- Mesure de risque usuelles :</i>	<i>57</i>
♦ <i>La value at risk :</i>	<i>57</i>
♦ <i>La Tail value at risk :</i>	<i>58</i>
4- METHODES D'ALLOCATION :	59
<i>a- Cohérence de la méthode d'allocation :</i>	<i>59</i>
♦ <i>Non surallocation (No undercut) :</i>	<i>59</i>
♦ <i>Symétrie :</i>	<i>60</i>
♦ <i>Allocation sans risque (riskless allocation) :</i>	<i>60</i>
<i>b- Méthodes d'allocation utilisées :</i>	<i>60</i>
♦ <i>Méthode d'allocation proportionnelle :</i>	<i>61</i>
♦ <i>Méthode d'allocation marginale :</i>	<i>61</i>
♦ <i>Méthode d'allocation de Shapley :</i>	<i>61</i>
5- RESULTATS DE L'APPROCHE :	62
CONCLUSION	64
ANNEXES :	65
ANNEXE 1 : ORGANIGRAMME DE LA SCR	65
ANNEXE 2 : STRUCTURE DES PRIMES PAR BRANCHES	66
ANNEXE 3 : INDICATEURS TECHNIQUES PAR BRANCHES.....	68
BIBLIOGRAPHIE	76

Liste des abréviations :

CDG : Caisse de Dépôt et de Gestion

EPI : Estimated Premium Income

FCE : Facultatives étrangères

FCM : Facultatives marocaines

GA : Gentlemen's agreement

GPD : Generalized Pareto Distribution

ORSA : Own Risk and Solvency Assessment

SAP : Sinistres restant à payé

SCR : Société Centrale de Réassurance

SP : Sinistres payés

TTE : Traités étrangers

TTM : Traités marocains

TVE : Théorie des valeurs extrêmes

Liste des figures

FIGURE 1 REPARTITION DES PRIMES ACCEPTATION 2018.....	21
FIGURE 2 REPARTITION DES PRIMES NETTES DE RETROCESSION EN 2018	22
FIGURE 3 EVOLUTION DES S/R BRUT SCR SUR LA PERIODE 2013-2018	28
FIGURE 4 EVOLUTION DES S/P BRUT ET NET SCR SUR LA PERIODE 2013-2018.....	30
FIGURE 5 EVOLUTION DES RATIOS TECHNIQUES 2013-2018	31
FIGURE 6 REPARTITION EMPIRIQUE	34
FIGURE 7 LES DOMAINES D'ATTRACTION	36
FIGURE 8 REPARTITION EMPIRIQUE DES CHARGES DE LA SCR	39
FIGURE 9 QQ PLOT DES CHARGES DE LA SCR	40
FIGURE 10 GRAPHIQUE DES DEPASSEMENTS MOYEN.....	42
FIGURE 11 ESTIMATEUR DE HILL	43
FIGURE 12 ESTIMATEUR DES MOMENTS	44
FIGURE 13 EVOLUTION DES S/P STRUCTUREL, CONJONCTUREL ET BRUT DE LA SCR.....	47
FIGURE 14 APERÇU DU TABLEAU DE BORD	48
FIGURE 15 TABLEAU DE BORD : STRUCTURE DES PRIMES SCR	49
FIGURE 16 TABLEAU DE BORD: STRUCTURE DES PRIMES PAR BRANCHE	49
FIGURE 17 TABLEAU DE BORD: INDICATEURS TECHNIQUES SCR	50
FIGURE 18 SCHEMA DE DONNEES DU TABLEAU DE BORD.....	51
FIGURE 19 PILIERS SBR.....	53
FIGURE 20 REPRESENTATION DE LA VAR.....	57
FIGURE 21 REPRESENTATION DE LA TVAR	58
FIGURE 22 RESULTATS DE L'ALLOCATION DES RISQUES	63
FIGURE 23 ORGANIGRAMME DE LA SCR	65
FIGURE 24 S/P BRUT ET NET FCE	68
FIGURE 25 S/P BRUT ET NET TTE	68
FIGURE 26 S/P BUTT ET NET FCM.....	69
FIGURE 27 S/P BRUT ET NET TTM.....	69
FIGURE 28 S/P BRUT ET NET GA	70
FIGURE 29 S/P BRUT ET RATIOS TECHNIQUES FCE	70
FIGURE 30 S/P BRUT ET RATIOS TECHNIQUES TTE	71

FIGURE 31 S/P BRUT ET RATIOS TECHNIQUES FCM 71

FIGURE 32 S/P BRUT ET RATIOS TECHNIQUES TTM 72

FIGURE 33 S/P BRUT ET RATIOS TEHCNIQUES GA 72

FIGURE 34 SPLIT S/P TTE..... 73

FIGURE 35 SPLIT S/P FCE..... 73

FIGURE 36 SPLIT S/P TTM..... 74

FIGURE 37 SPLIT S/P FCM 74

FIGURE 38 SPLIT S/P GA 75

Liste des tableaux

TABLEAU 1 TAUX DE CROISSANCE DES PRIMES SCR SUR LA PERIODE 2013-2018	20
TABLEAU 2 TAUX DE CESSION SCR SUR LA PERIODE 2013-2018	20
TABLEAU 3 DISTRIBUTIONS DES EXTREMES.....	35
TABLEAU 4 ALLOCATION DE SHAPLEY	62
TABLEAU 5 ALLOCATION PAR LA METHODE PROPORTIONNELLE	62
TABLEAU 6 ALLOCATION PAR LA METHODE MARGINALE.....	63
TABLEAU 7 INDICATEURS PRIMES TTE	66
TABLEAU 8 INDICATEURS PRIMES FCE	66
TABLEAU 9 INDICATEURS PRIMES FCM.....	67
TABLEAU 10 INDICATEURS PRIMES TTM	67
TABLEAU 11 INDICATEURS PRIMES GA	67

Introduction :

Le pilotage d'une compagnie d'assurance ou de réassurance est un processus assez délicat et très important dans sa nature. Equilibrer entre les notions de risque, volatilité et rentabilité requiert un suivi assez rigoureux et des interventions continues. Le pilotage technique renvoie au suivi des indicateurs et ratios relatifs à l'activité technique de la compagnie en vue de maîtriser la volatilité tout en garantissant un certain niveau de rentabilité. Le pilotage ne peut se faire qu'à travers l'élaboration d'un tableau de bord regroupant l'ensemble des indicateurs permettant la prise d'éventuelles mesures de correction en cas de besoin.

L'objectif de ce mémoire est, dans un premier temps, l'extraction et le calcul des différents ratios relatifs à la structure des primes ainsi qu'à l'activité technique de la SCR. Au début nous calculerons des ratios assez basiques tel que les taux de cession des primes, le ratio de sinistralité, le ratio de sinistralité combiné (avec inclusion des frais d'acquisition) en tenant compte de la rétrocession, etc. Nous procéderons par la suite à une approche split du ratio de sinistralité basé sur la division du portefeuille des contrats de la SCR en une partie structurelle et une autre conjoncturelle à travers la détermination d'un seuil relatif aux charges des sinistres au-delà duquel tout sinistre sera considéré comme étant majeur. La fixation d'un tel seuil se fait à travers l'étude de la queue de la répartition empirique des charges de la SCR. Cette approche est basée sur la théorie des valeurs extrêmes, branche de la statistique développée par Emil JULIUS et GUMBEL. Enfin, nous présenterons l'outil de pilotage élaboré afin de formaliser l'ensemble du travail présenté dans cette partie.

La deuxième partie de ce mémoire est consacrée à l'ORSA, exigence qualitative de la nouvelle réglementation prudentielle. Il s'agira d'approcher l'appétence au risque de la SCR traduite par un ratio de sinistralité, qui représentera un seuil maximal de risque que la SCR peut se permettre d'accepter pour ensuite répartir ce seuil sur les différentes branches d'activité selon une approche TOP-DOWN à travers le choix d'un couple mesure de risque, méthode d'allocation convenable

Chapitre Préliminaire

I- La Réassurance :

Une définition assez simpliste de la réassurance serait " l'assurance de l'assurance ", elle permet la mutualisation des risques entre la cédante et le réassureur.

Il existe trois modes de réassurances :

- La réassurance obligatoire : Ce type de contrat impose une obligation réciproque, la cédante (l'assureur) s'engage à céder tous les risques évoqués dans le traité et la réassurance se doit de les accepter.
- La réassurance facultative : Dans ce cas de figure, la cédante peut choisir les risques qu'elle veut céder comme l'assureur peut choisir de les accepter ou pas.
- La réassurance facultative-obligatoire : dans ce cas, la cédante a le choix de gérer son portefeuille de cession contrairement au réassureur qui est contraint de l'accepter.

En plus des différents modes de réassurance, il existe aussi différentes formes de traités en réassurance :

- Les traités proportionnels : Dans ce genre de traités, les taux de prime cédés est exactement égale au taux de cession des sinistres.
- Les traités non proportionnels : n'implique pas de relation de proportionnalité entre prime cédée et participation du réassureur dans les sinistres. Ce type de réassurance a pour but de protéger la cédante de la survenance d'événements catastrophiques et exceptionnels.

II- Présentation de la SCR :

La Société Centrale de Réassurance est l'œuvre d'une convention signée entre l'état marocain et la Caisse de Dépôt et de Gestion le 09 Mars 1960, modifié et renouvelée le 28 Novembre 2000. C'est une société anonyme détenue majoritairement par la CDG avec un

capital social de 1500 MDH et un chiffre d'affaire de 2 013,77 MDH en 2017. Elle est considérée comme étant le premier acteur du marché de réassurance marocain avec une part de 70%, elle propose différents produits dans les branches vie et non vie et joue plusieurs rôles stratégiques tel que :

- La régulation de marché
- La sécurité face aux turbulences et incertitudes internationales
- Le maintien des primes au niveau national et la mobilisation de l'épargne dans l'économie du pays.

La SCR est notée par des agences de notations internationales tel que l'agence AM Best (B++(Good)) et Fitch Ratings (AAA(Prime)), chose qui lui confère le titre de réassureur de référence au niveau africain et dans le monde arabe.

III- Entreprise risk management :

L'ERM est l'ensemble des stratégies planifiées par l'entreprise permettant un meilleur management des risques à savoir l'identification de ceux-là et la prise de décision nécessaire en vue de leurs faire face. C'est un outil essentiel à l'instauration des nouvelles normes de solvabilité qui associent la régulation du capital requis à la notion de risque. En vue de répondre à ces exigences, la SCR s'est dotée d'un système de management centralisé, à savoir la direction centrale Enterprise Risk Management. Cela lui permettra de s'adapter aux nouvelles règles prudentielles qui s'apprêtent à rentrer en vigueur.

IV- Indicateurs techniques :

Un indicateur technique est un outil de mesure de la performance et de la rentabilité, ces indicateurs sont censés refléter les orientations stratégiques de l'entreprise. Ils permettent de transférer un nombre d'information qui contribuent à l'appréciation du décideur. Ces indicateurs peuvent être divisés en trois catégories : de suivi, de progrès et de résultats.

V- ORSA :

L'ORSA est une exigence relative au deuxième pilier de la nouvelle réglementation prudentielle des assurances. Les compagnies sont appelées à mettre en place un système de gestion de risque qui a pour objectif :

- La bonne gestion et maîtrises des risques de l'entreprise.
- S'assurer de la bonne capitalisation de l'entreprise

Le premier point représente l'apport principal de cette nouvelle réglementation par son aspect quantitative.

L'ORSA est un outil d'évaluation et de contrôle interne. Les entreprises sont appelées à développer leurs propres approches relatives à l'ORSA, en effet il n'existe aucune forme prédéfinie, par exemple les compagnies doivent elles-mêmes choisir les risques à cibler ainsi que calibrer leurs stress test et les techniques de projections de leurs ratios.

VI- Branches de la SCR :

La SCR gère plusieurs types de contrats aux niveau national comme au niveau international. Ces contrats sont répartis sur 5 classes selon le type de traité ainsi que la zone géographique :

- ✓ Les FCE : représentent les affaires facultatives étrangères gérées par la SCR notamment dans les pays du Maghreb, d'Afrique Australe, l'Asie...
- ✓ Les FCM sont les affaires facultatives gérées au niveau national.
- ✓ Les TTE sont les traités étrangers gérés par la SCR
- ✓ Les TTM sont les traités marocains gènes par la SCR
- ✓ Les GA sont des affaires conventionnelles entre la SCR et les assureurs nationaux.

Première partie : Vision rétrospective du
processus de pilotage technique

Chapitre I : Calcul des indicateurs d'activité et technique de la SCR

I- Indicateurs d'activité :

1- Généralités :

Les primes sont considérées comme un élément clé dans l'activité assurantielle. Elles représentent l'engagement que doit payer l'assuré afin de bénéficier de la couverture, et donc la ressource principale des compagnies d'assurance. Connaître la structure de ses primes est la base même du pilotage pour une compagnie d'assurance ou de réassurance. Il est possible d'extraire plusieurs indicateurs d'activité à partir de la structure des primes.

Après extraction des différentes primes Globales SCR et par branche, il serait intéressant d'exploiter ces chiffres pour en extraire deux autres indicateurs clés à savoir le taux de croissance des primes et le taux de cession.

2- Taux de croissance des primes :

Ce ratio de base, reflète la croissance du chiffre d'affaires de la société. Il peut être calculé de façon globale mais aussi par branche, permettant ainsi de constater la croissance ou la baisse du chiffre d'affaires, mais sans pour autant donner des explications sur son évolution. En effet l'évolution de la production est liée à la variation des tarifs et à la variation du nombre de contrats. Des indicateurs complémentaires sont donc nécessaires pour pouvoir mieux appréhender les variations de primes.

3- Le taux de cession :

Comme cela a été explicité dans le chapitre préliminaire, une compagnie d'assurance, et même de réassurance, peut se doter d'une couverture auprès d'une compagnie de réassurance. Dans une telle perspective nous pourrions introduire les notions de prime d'acceptation et prime de récession. Les primes nettes de récession sont les primes réellement perçues par la compagnie après déduction des coûts de la récession. Le taux de

cession permet généralement de comprendre la politique de réassurance de la compagnie. Le taux de cession n'est autre que le rapport entre les primes rétrocessions et les primes acceptations.

4- Données de la SCR :

a- Taux de croissance

Pour l'exercice de 2018, la SCR estime encaisser un total de ██████████ MAD de primes acquises, ce chiffre reste estimatif car il y a toujours un retard dans la réception de comptes, et donc ce chiffre subit des ajustements au fur et à mesure que les comptes arrivent.

SCR	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes						
Taux de croissance		101%	1%	-7%	-23%	3%

Tableau 4 Taux de croissance des primes SCR sur la période 2013-2018

On remarque une montée spectaculaire des primes en 2014, chose qui s'explique principalement par la rentrée en vigueur des Gentleman's Agreement (GA) entre la SCR et les compagnies d'assurance marocaines chose qui a permis à la SCR d'augmenter le volume de ses primes encaissées.

b- Taux de cession :

Le taux de cession reflète le pourcentage des primes d'acceptation cédées par la SCR à un autre réassureur, il est calculé en rapportant les primes rétrocessions aux primes acceptations.

SCR	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux cession	63%	37%	35%	33%	41%	44%
Primes nettes						

Tableau 5 Taux de cession SCR sur la période 2013-2018

Pour l'exercice de 2013, la SCR a cédé plus de la moitié de ses primes acceptations. Le phénomène observé n'est pas un taux de cessions anormalement élevé mais plutôt une

amélioration du celui-ci à partir de l'exercice 2014 grâce aux primes encaissées par les affaires conventionnelles.

c- Vision par branches des primes 2013-2018 :

Après avoir étudié la structure des primes globale de la SCR, il serait intéressant de faire un zoom sur les primes par branche, cela permettrait d'identifier les particularités des primes de chaque branche. Nous nous intéresserons dans ce qui suit principalement à l'exercice de 2018

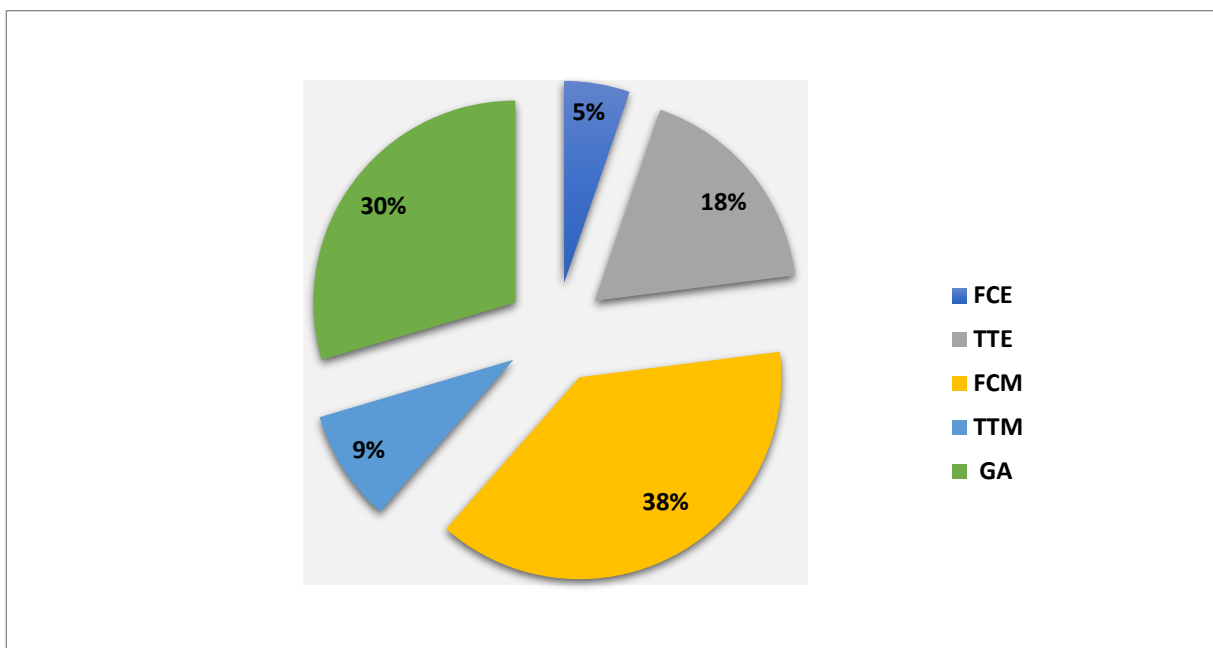


Figure 1 Répartition des primes acceptation 2018

Bien évidemment cette répartition ne reflète pas réellement les primes perçues par la SCR puisqu'une partie des primes est cédée dû à la rétrocession.

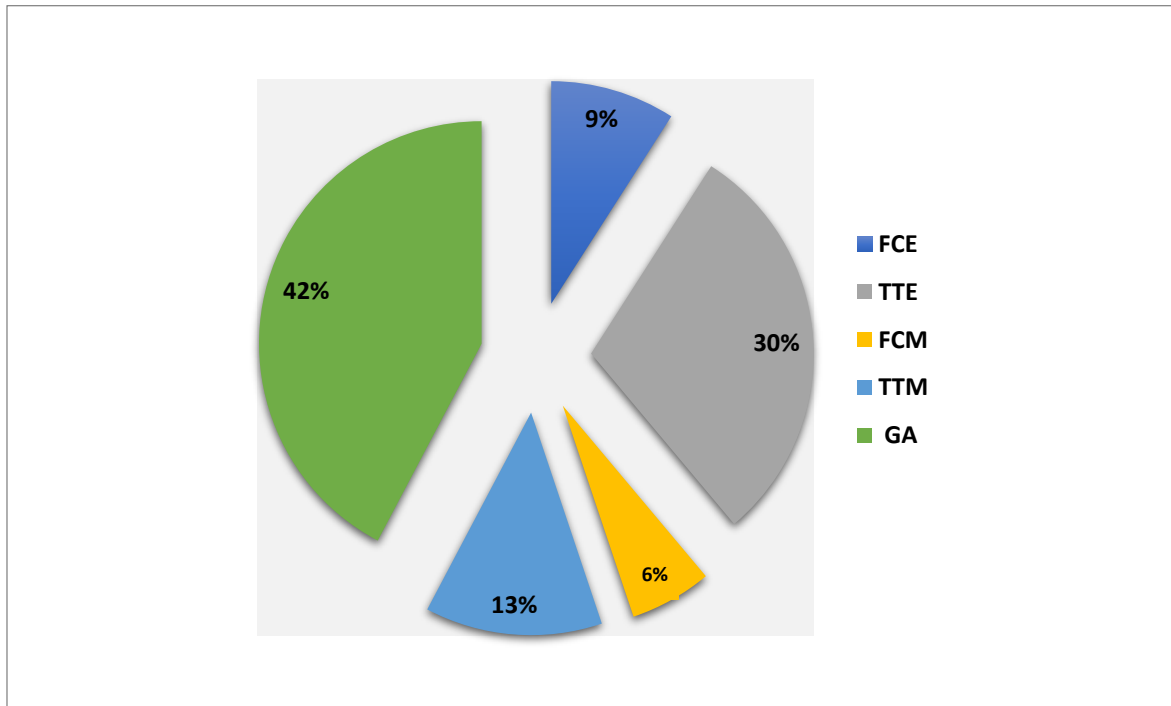


Figure 2 Répartition des primes nettes de rétrocession en 2018

d- Constat et conclusions :

L'étude de la structure des primes permet d'extraire plusieurs indicateurs sur l'activité de la compagnie. A partir des résultats présentés ci-dessus, nous pouvons faire une lecture exhaustive sur la stratégie de la compagnie ainsi que l'évolution de son chiffre d'affaire. Les ratios extraits des primes nous permettent clairement de dire que les primes des affaires conventionnelles (G.A) et des traités étrangers (TTE) sont les principales composantes du chiffre d'affaires de 2018 de la SCR avec un pourcentage de 72% des primes totales nettes. Nous pourrions aussi noter que la stratégie de la SCR consiste à céder la majorité de ses affaires facultatives marocaines.

II- Ratios techniques :

L'extraction des ratios techniques représente un exercice très intéressant qui a pour buts **l'analyse** et **la communication des résultats techniques**.

1- Présentation du ratio de sinistralité :

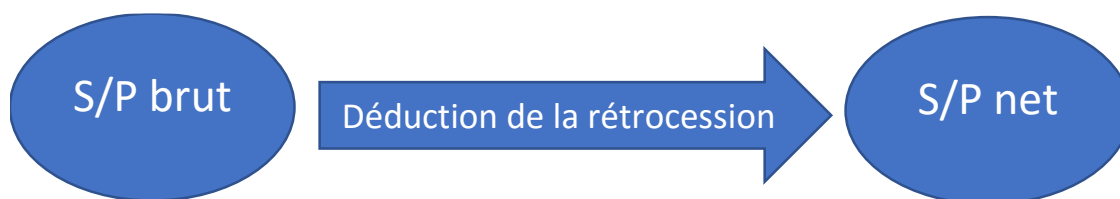
Le ratio de sinistralité peut être défini simplement comme étant le rapport entre la charge des sinistres et les primes encaissées. La subtilité réside dans l'identification des charges et des primes concernées.

Le ratio de sinistralité possède la particularité d'être ajustable, ou plus précisément modifiable. Les charges de sinistres intègrent les gains (bonis) et pertes (malis) dégagés lors du règlement des sinistres antérieurs à l'exercice étudié. Cette particularité nécessite donc un ajustement périodique du ratio de sinistralité, chose qui s'adapte parfaitement avec le contexte de travail de la réassurance. En effet le retard de la réception des comptes impose un travail d'ajustement et de correction continu.

2- La notion de rétrocession :

De la même façon que cette notion a été présentée dans la partie relative à la structure des primes, la rétrocession peut aussi être introduite dans le calcul du ratio de sinistralité, permettant ainsi la distinction entre deux indicateurs :

- Un ratio S/P brut de réassurance calculé sans prise en compte la rétrocession
- Un ratio S/P net de réassurance calculé avec prise en compte de la rétrocession (Sinistres nets/Primes Nettes)



3- Les charges supplémentaires :

La charge de sinistre est généralement accompagnée de frais supplémentaires relatifs à l'activité assurantielle notamment des frais d'acquisition, d'administration, des autres charges techniques et des frais de gestion des sinistres.

a- Frais d'acquisition :

Les frais d'acquisition englobent l'ensemble des coûts générés lors du processus d'acquisition des primes, généralement par les intermédiaires (agents, courtiers...) sous forme de commissions, ainsi que le réseau salarié de la compagnie.

b- Frais d'administration :

Les frais d'administration sont généralement des coûts liés à l'acquisition et de gestion des contrats.

c- Frais de gestion des sinistres :

Les frais de gestion des sinistres correspondent aux frais relatifs au traitement des dossiers sinistres, notamment l'ouverture des dossiers, évaluations et règlements. Ils comprennent les frais du personnel, les commissions de la gestion des sinistres, part d'amortissement de l'immobilier, loyer et autres actifs liés à l'activité. En comptabilité des assurances, les frais de gestion des sinistres sont inclus dans la charge de sinistre.

4- Calcul des ratios techniques :

Dans le cadre de notre travail, nous nous intéresserons principalement à l'activité non vie de la SCR, et plus précisément les contrats non vie sur la période 2013-2018.

➤ S/P brut de réassurance :

$$\frac{\text{Charges sinistres réglés} + \text{variation des provisions PSAP}}{\text{Primes acquises brutes de l'exercice}}$$

➤ S/P nette de réassurance :

$$\frac{(\text{Charges sinistres réglés} + \text{variation des provisions PSAP})_{\text{Nets de réassurance}}}{\text{Primes acquises de l'exercice nettes de rétrocession}}$$

➤ Ratio technique :

$$\frac{\text{Charges sinistres}}{\text{Primes acquises}} + \frac{\text{Frais de gestion (hors frais de gestion des sinistres)}}{\text{Primes acquises}}$$

5- Les données de la SCR :

Dans le cadre de notre travail, nous nous intéresserons principalement à l'activité non vie de la SCR, et plus précisément les contrats non vie sur la période 2013-2018.

a- Volet primes :

La SCR, tout comme l'ensemble des compagnies de réassurance, reçoit tardivement les comptes des cédantes, ce retard peut dépasser une année pour les affaires étrangères. L'assiette des primes à l'ultime de l'exercice doit donc être estimée. Dans ce travail, nous ne nous intéresserons pas à l'estimation de l'assiette de primes puisque celle-ci relève des spécialités du service de souscription. Nous nous contenterons de signaler que dans la suite le poste EPI (Estimated Premium Income) désigne l'estimation des primes à l'ultime faites par les services de souscription.

Les ratios doivent impérativement être calculés sur la base des primes à l'ultime. La prime à l'ultime est le total des primes encaissées de l'ensemble des contrats souscrits durant l'année d'exercice.

Dans la suite du travail :

- Les primes des exercices 2013, 2014 et 2015 correspondent aux primes comptabilisées.
- Les primes de 2016 et 2017 :
 - Les primes des traités étrangers correspondent à l'assiette estimée par la souscription (EPI)
 - Pour les autres segments, nous retenons les primes comptabilisées.

b- Volets sinistres :

La charge comptabilisée des sinistres se décompose en deux principaux postes à savoir :

- Sinistres payés : ce poste reflète le flux réel des montants payés aux cédantes.
- Provisions pour sinistres à payés (PSAP) : c'est la valeur estimative des dépenses pour sinistres restant à payer à la date de l'inventaire. Cette provision est évaluée dossier par dossier augmentée d'une estimation du coût des sinistres survenus mais non déclarés à la date de l'inventaire.

$$\text{Charge comptabilisée} = SP + PSAP$$

Les sinistres sont aussi concernés par le problème du retard de la réception des comptes. Pour combler ce manque nous devons estimer les charges des sinistres des exercices concernés. Nous procéderons à une estimation des charges de sinistres dites 'prudente' puisque celle-ci suppose que l'ensemble des contrats de l'exercice seront sinistrés. L'estimation se fera comme suit :

$$\max(SP + PSAP; \frac{S}{P_{\text{traités}}} \times EPI)$$

Le $S/P_{\text{traités}}$ est fourni par la direction centrale technique, c'est un ratio par type d'affaire extrait à partir des données fournies par les cédantes.

Les charges des exercices de 2013, 2014, 2015 correspondent toutes aux charges comptabilisées.

Les charges de 2016 et 2017 :

- Charges estimées pour les traités étrangers.
- Charge comptabilisée pour le reste des segments.

Les charges de l'exercice de 2018 seront toutes estimées.

6- Les formules retenues dans le calcul des ratios techniques :

Dans la cadre du pilotage technique de l'entreprise, nous nous intéresseront au calcul des ratios suivants :

- **S/P brut de rétrocession (exercices antérieurs) :**

$$\frac{\text{Sinistres réglés comptabilisés} + \text{provision sinistres à payés de l'exercice } (n, n - 1)}{\text{Primes acquises comptabilisées}}$$

- **S/P net de rétrocession (exercices antérieurs) :**

$$\frac{\text{Sinistres réglés comptabilisés} + \text{PSAP } (n, n - 1) + \text{solde réassurance}}{\text{Primes acquises nettes de rétrocession}}$$

- **S/P brut de rétrocession (exercice courant) :**

$$\frac{\text{Charges des sinistres estimées}}{\text{Primes acquises estimées}}$$

- **S/P net de rétrocession (exercice courant) :**

$$\frac{\text{Charges des sinistres estimées} - \text{récupération rétrocession}}{\text{Primes acquises estimées nettes de rétrocession}}$$

(réglements + provisions)

- **Ratio technique :**

$$\frac{S}{P} \text{ brut de rétro} + \frac{\text{frais d'acquisitions}}{\text{primes acquises comptabilisées}}$$

➤ **Ratio technique nette de réassurance :**

$$\frac{S}{P} \text{ net de rétro} + \frac{\text{frais d'acquisitions} - \text{frais d'acquisitions rétrocession}}{\text{primes acquises comptabilisées net de rétrocession}}$$

7- Présentation des résultats :

Par souci de confidentialité, une grande partie des résultats présentés dans cette partie seront censurés, néanmoins les ordres de grandeurs seront respectés.

a- Vision globale du ratio de sinistralité :

De même que pour la partie relative à la structure des primes, l'étude se fera sur les données globales de la SCR puis par branche (TTE, TTM, FCE, FCM, GA). Néanmoins afin de ne pas trop alourdir le mémoire, les graphiques relatifs aux ratios par branches seront mis en annexe.

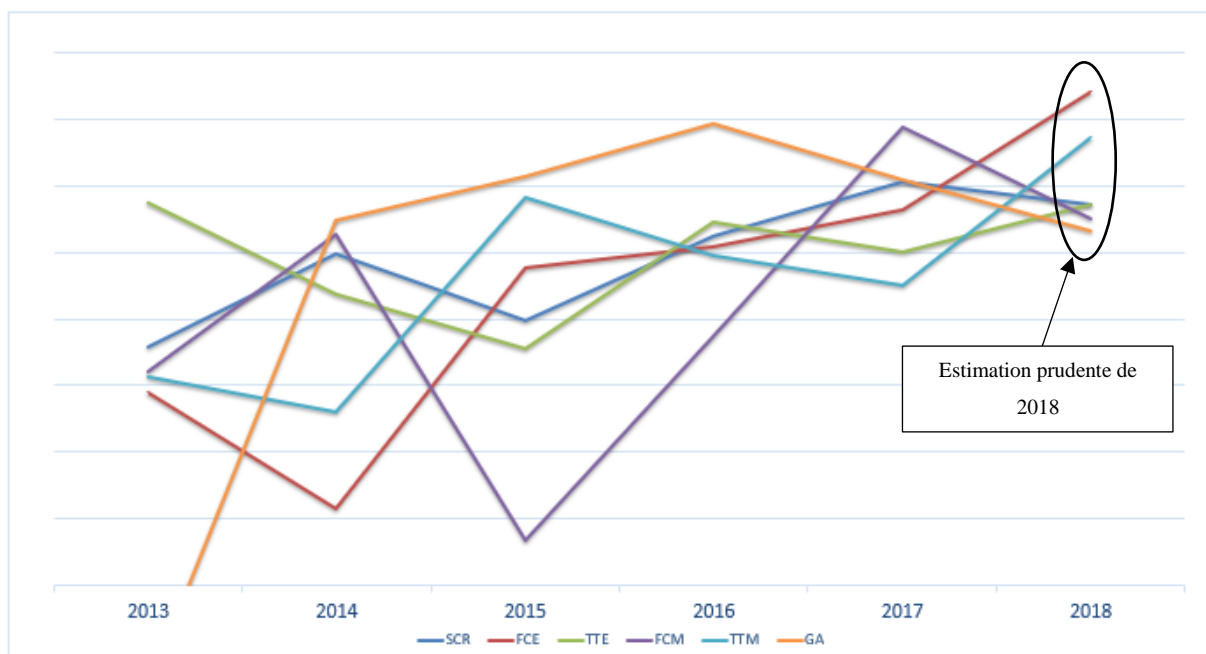


Figure 3 Evolution des S/R brut SCR sur la période 2013-2018

L'estimation de 2018 donne des ratios assez proches, homogènes et relativement élevés, ceci relève du principe de prudence qui impose la prise de précaution au cours de l'exercice où les comptes tardent à parvenir aux services comptables. Etant donné l'activité de la SCR, l'exercice de 2018 pourra dit être 'complet' que deux ans après, soit en 2020, et donc la nature de l'exercice de 2018 ne sera réellement observée qu'au fur et à mesure que les ratios seront mis à jour.

Il faut noter que les exercices de 2016 et 2017 sont aussi concernés par l'approche prudentielle puisque les charges de traités étrangers ont été estimées.

b- Ratio de sinistralité brut et net de rétrocession :

L'estimation de 2018 donne des ratios assez proches, homogènes et relativement élevés, ceci relève du principe de prudence qui impose la prise de précaution au cours de l'exercice où les comptes tardent à parvenir aux services comptables. Etant donné l'activité de la SCR, l'exercice de 2018 pourra être dit 'complet' que deux ans après, soit en 2020, et donc la nature de l'exercice de 2018 ne sera réellement observée qu'au fur et à mesure que les ratios seront mis à jour.

Il faut noter que les exercices de 2016 et 2017 sont aussi concernés par l'approche prudentielle puisque les charges de traités étrangers ont été estimées.

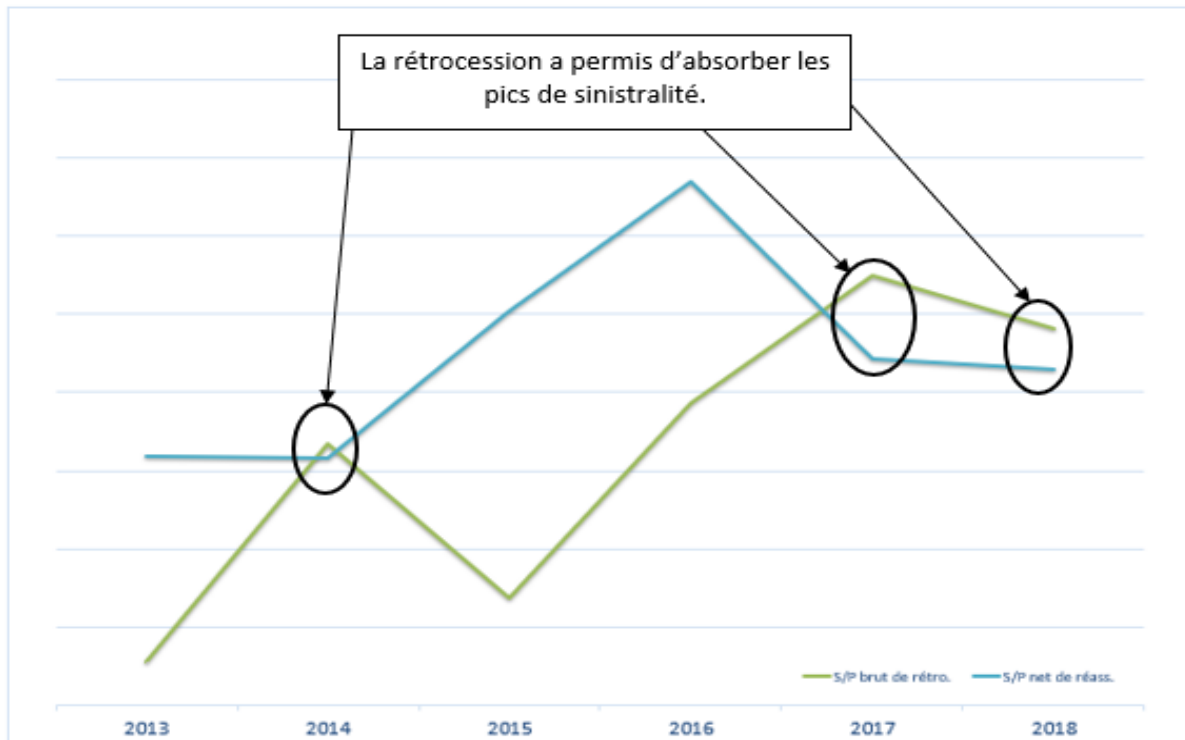


Figure 4 Evolution des S/P brut et net SCR sur la période 2013-2018

Pour les années 2014, 2017 et 2018, la rétrocession a permis de diminuer les charges de la SCR, et donc l'amélioration du ratio de sinistralité. Cependant elle n'a pas été profitable pour les autres années, surtout pour l'année de 2015 où la différence entre le S/P brut de rétrocession et S/P net de rétrocession est trop importante.

c- Effet des charges d'acquisitions :

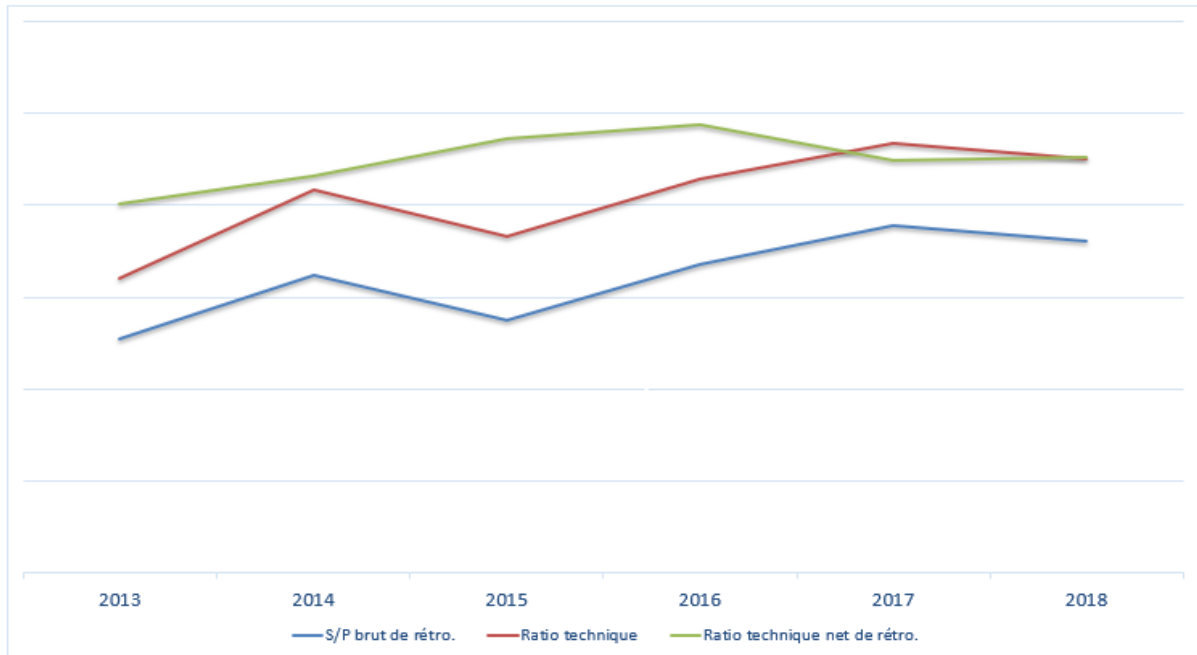


Figure 5 Evolution des ratios techniques 2013-2018

L'ajout des frais d'acquisition au ratio de sinistralité a pour cause l'alourdissement de ce dernier, rappelons que les frais d'acquisition sont des charges supplémentaires. Mais nous remarquons que l'ajout de tels frais a pour effet une translation homogène entre les différents exercices, ce qui signifie que le ratio frais d'acquisition maintient un niveau stable d'année à autre. Nous remarquons aussi que le poids des frais d'acquisition a fait perdre à la rétrocession son rôle d'absorption des pics de sinistralités sauf pour l'exercice de 2017.

Chapitre II : Split du ratio de sinistralité

I- Valeurs extrêmes :

1- Contexte et motivation :

Les compagnies d'assurance et de réassurance subissent des sinistres avec des coûts nettement élevés par rapport à la normale. Ces sinistres catastrophiques peuvent être d'origine naturelle (catastrophe naturelle) ou humaine. Ces sinistres dont la fréquence et

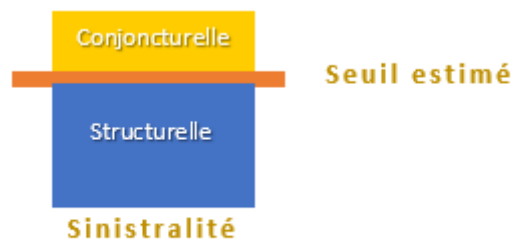
l'intensité n'ont pas d'équivalent ont un impact majeur sur la rentabilité et la solvabilité des compagnies.

L'approche actuarielle de traitement des sinistres extrêmes diffère de l'approche classique. L'un des principes fondamentaux de l'actuariat est la loi des grands nombres qui introduit le principe de mutualisation des risques. Plus la mutualisation sera importante plus la variabilité sera petite. Les coûts générés par ces sinistres extrêmes, ou majeurs, sont tellement importants qu'ils remettent en cause la variance des coûts du portefeuille.

Nous nous intéresserons à l'identification des sinistres majeurs afin de construire un portefeuille dit homogène, composé de la sinistralité structurelle, et d'identifier la partie dite conjoncturelle à forte volatilité



Cette problématique nous impose l'adoption de la notion de seuil. Ce seuil est un montant estimé à partir duquel tous les sinistres ayant des charges supérieures à celui-ci seront considérés comme majeur.



Notre analyse prend en compte des montants de sinistres contrat par contrat, le seuil défini sera commun à toutes les branches d'activité de la SCR.

2- Notation et définitions :

Notons X la variable aléatoire des montant de sinistres :

- Fonction de répartition

$$\mathbf{F: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]: \quad x \rightarrow F(x) = P(X < x), \quad x \geq 0}$$

- Fonction de queue :

$$\mathbf{G: \mathbb{R} \rightarrow [0, 1]: \quad x \rightarrow G(x) = P(X \geq x) = 1 - F(x), \quad x \geq 0}$$

- Quantiles :

Pour $p \in]0,1[$ le quantile d'ordre p noté q_p de X est définie par

$$P(X < q_p) = F(q_p) = p$$

Ou bien nous pouvons utiliser l'inverse de la fonction de répartition :

$$q_p = F^{-1}(p)$$

- Répartition empirique :

L'assureur ne dispose que rarement de la fréquence exacte de la variable X des montants de sinistres individuels. Pour y remédier, l'assureur doit disposer d'une base historique des montants de sinistres transformée en montants as-if à la date de l'étude.

Cette base permettra par la suite la construction d'une distribution dite empirique.

La fonction de répartition empirique est une fonction qui attribue une probabilité $1/n$ à chaque observation de l'échantillon.

$$F_n(x) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 1_{X_i \leq x}$$

II- Approches de détermination du seuil des valeurs extrêmes :

1- Temps de retour :

Les valeurs extrêmes des charges de sinistres sont causées par des sinistres graves ou majeurs, ayant une forte sévérité et une faible fréquence. L'approche du temps de retour utilise la fréquence des sinistres comme paramètre clé. Le temps de retour étant défini comme la période des événements catastrophiques.

Soit l'événement 'sinistre majeur' ayant une probabilité d'apparition p . Dans une approche discrète, nous pouvons considérer que notre événement peut être modélisé par une loi géométrique de paramètre p , $P(T = k) = p(1 - p)^{k-1}$, et donc le temps moyen pour qu'un tel événement se réalise est $E(T) = \frac{1}{p}$

L'approche du temps de retour stipule que pour un temps moyen de réalisation (temps de retour) T , et une probabilité d'occurrence $p = 1/T$, nous définissons un seuil comme étant le quantile d'ordre $1-p$ de la distribution empirique de charges de sinistres.



Figure 6 Répartition empirique

Le quantile sélectionné correspond à la probabilité qu'un contrat sinistré ne dépasse pas le seuil.

$$P(\text{Charge du sinistre} > \text{Seuil}) = 1 - \text{Quantile} = 1 - p$$

2- Théorie des valeurs extrêmes :

La théorie des valeurs extrêmes est une branche de la statistique qui s'intéresse à l'étude de la queue de probabilité d'une distribution donnée. On entend par queue de probabilité le comportement de la distribution pour des valeurs éloignées du centre de celle-ci.

La méthode traitée dans la suite de ce travail est la méthode à dépassement de seuil qui relève de la théorie des valeurs extrêmes. Ceci signifie qu'il faut identifier un seuil pour lequel toute charge de sinistre dépassant ce dernier sera considérée comme étant majeur.

Soit X_1, \dots, X_n une suite de variables aléatoires indépendantes et identiquement distribuées. On définit u comme étant le seuil pour lequel un sinistre est considéré comme étant majeur. L'ensemble des sinistres majeurs sera défini comme suit:

$$\{X_i / X_i - u > 0\}$$

a- Principaux résultats de la TVE:

i -Distributions extrêmes :

L'un de principaux résultats de la théorie des valeurs extrêmes est que le comportement de la queue d'une loi de probabilité peut être approché par trois lois dites distributions des extrêmes:

Frechet	Weibull	Gumbel
$\mathbb{P}(X \leq x) = \begin{cases} e^{-x^{-\alpha}} & \text{si } x > 0 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$	$\mathbb{P}(X \leq x) = \begin{cases} \exp\{-(-x)^\alpha\}, & x \leq 0 \\ 1, & x > 0 \end{cases}$	$\mathbb{P}(X \leq x) = \exp(-e^{-x}), x \in \mathbb{R}$

Tableau 6 Distributions des extrêmes

Chaque loi caractérise un comportement spécifique de la queue :

La loi de Gumbel caractérise une décroissance exponentielle des probabilités des grandes valeurs. Si au contraire la décroissance est plus lente, alors si l'étendu de la variation des données est bornée alors il s'agit de la loi de Weibull, sinon la loi de Frechet est la plus adaptée. On dit alors que la queue appartient au domaine d'attraction de la loi en question.

ii -Détermination du type des valeurs extrêmes :

Dans la pratique, l'identification de la forme de la queue de distribution se fait par la méthode des graphiques quantile-quantile, méthode qu'on explicitera par la suite. Cette méthode nous permet d'identifier à priori, le type de notre queue de probabilité. Elle repose sur la représentation graphique des quantiles de la distribution exponentielle contre les excès ordonnés $X_{(n-k+i)} - X_{(n-k)}$ pour tout $1 \leq i \leq k$.

Les résultats du Q-Q plot doivent avoir l'allure suivante :

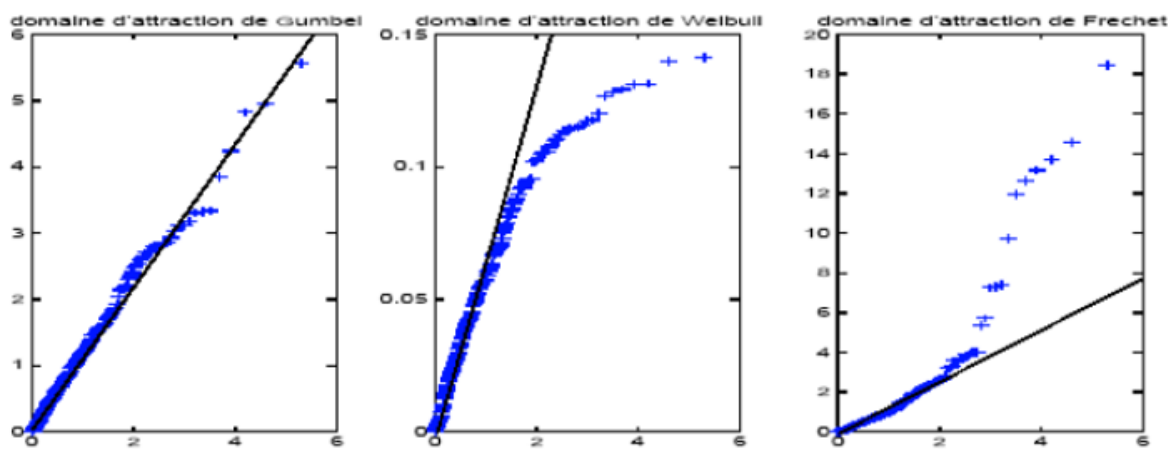


Figure 7 Les domaines d'attraction

Un domaine d'attraction de Gumbel est caractérisé par des points du graphique approximativement alignés. Tandis que dans un domaine d'attraction de Fréchet les points extrêmes ont tendance à se disperser vers le haut, contrairement au domaine d'attraction de Weibull où les points se dispersent vers le bas.

b- Estimation du seuil :

i Théorème de Pickands et la Loi de Pareto généralisée :

◆ Théorème de Pickands :

Si F appartient à l'un des trois domaines d'attraction de la loi des valeurs extrêmes (Fréchet, Gumbel ou Weibull), alors il existe une fonction $\sigma(u)$ strictement positive et un réel ξ tels que :

$$\lim_{u \uparrow x_F} \sup_{0 \leq y \leq x_F - u} \left| F_u(y) - G_{\xi, \sigma(u)}(y) \right| = 0$$

où $G_{\xi, \sigma(u)}$ est la fonction de répartition de la loi de Pareto Généralisée et F_u est la fonction de répartition des excès au-delà du seuil u .

Ainsi, pour u grand, la loi des dépassements est approchée par une loi Pareto généralisée.

◆ Loi de Pareto généralisée :

La loi de Pareto généralisée est une distribution continue utilisée généralement pour modéliser la queue d'une autre distribution.

La distribution de Pareto généralisée GPD($\xi; \sigma(u)$) est définie par

$$G_{\xi, \sigma(u)}(y) = \begin{cases} 1 - \left(1 + \xi \frac{y}{\sigma(u)}\right)^{-\frac{1}{\xi}} & \text{si } \xi \neq 0 \\ 1 - \exp\left(-\frac{y}{\sigma(u)}\right) & \text{si } \xi = 0 \end{cases}$$

où $y \geq 0$ si $\xi \geq 0$ et $0 \leq y \leq -\frac{\sigma(u)}{\xi}$ si $\xi < 0$.

D'après le théorème de Pickands, les dépassements $Y_{u,1}, \dots, Y_{u,n}$ au-delà du seuil u suivent une loi GPD et donc :

$$P(Y_u < y | Y_u > 0) = 1 - \left[1 + \xi \left(\frac{y}{\sigma(u)}\right)\right]^{-\frac{1}{\xi}}$$

ii -Caractéristiques de la loi GPD :

- Stabilité par seuil : Si un dépassement $Y_{u,n}$ suit une loi GPD($\xi; \sigma(u)$), alors pour tout seuil $v > u$ $Y_{v,n}$ suit une loi GPD($\xi; \sigma(u) + \xi(v-u)$)
- Fonction de dépassement moyen : Soit la fonction de dépassement $Y_{u,n}$ suivant une loi GPD($\xi; \sigma(u)$), alors la fonction de dépassement pour $v > u$

$$e(v) = E(X - v | X > v) = \frac{\sigma(u) + \xi(v - u)}{1 - \xi}$$

$E(X - v | X > v)$ est linéaire de pente $\frac{\xi}{1-\xi}$

Ces propriétés nous seront utiles pour la suite de l'estimation.

iii - Estimateurs non paramétrique de l'indice de queue :

Dans la suite, nous présenterons trois estimateurs non paramétriques différents basés sur les statistiques d'ordre $X_{(1)} < \dots < X_{(n)}$, ces estimateurs permettent de déterminer un seuil u à partir duquel les valeurs peuvent être considérées comme étant extrêmes.

◆ L'estimateur de Pickands :

L'estimateur de pickands est défini par la statistique :

$$P_k = \frac{1}{\ln(2)} \ln\left(\frac{X_k - X_{2k}}{X_{2k} - X_{4k}}\right)$$

Cet estimateur est connu pour être valable quel que soit la distribution des extrêmes (Gumbel, Weibull ou Fréchet). Néanmoins cette caractéristique le rend peu robuste. En plus il est connu pour être très sensible à la taille de l'échantillon ce qui le rend très volatile.

◆ L'estimateur de Hill :

L'estimateur de Hill n'est valable que pour la distribution de Frechet, pour laquelle il fournit un estimateur de l'indice de queue beaucoup plus précis que celui de Pickands. Il est défini comme étant :

$$H_k = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k \left(\ln \left(\frac{X_i}{X_{k+1}} \right) \right)$$

◆ L'estimateur des moments :

Cet estimateur a pour statistique :

$$M_k = 1 + \left(\frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k \left(\ln \left(\frac{X_i}{X_{k+1}} \right) \right) - \frac{1}{2} \left(1 - \sum_{i=1}^k \left(\ln \left(\frac{X_i}{X_{k+1}} \right) \right) \right) \right)$$

L'estimateur des moments n'est lui aussi valable que pour les queues à domaine d'attraction de Frechet.

III- Données de la SCR :

1- Approche du temps de retour :

Nous travaillons toujours sur la même base de données, soit la base de contrats sinistrés 2013-2018, la sinistralité de l'année 2018 étant considérée comme incomplète ne sera pas prise en compte lors du calcul du seuil. La première étape sera de construire une distribution empirique à partir de notre série des sinistres. Pour rappel notre fonction de distribution empirique nous permettra d'avoir la probabilité qu'un sinistre ne dépasse pas un montant donné.

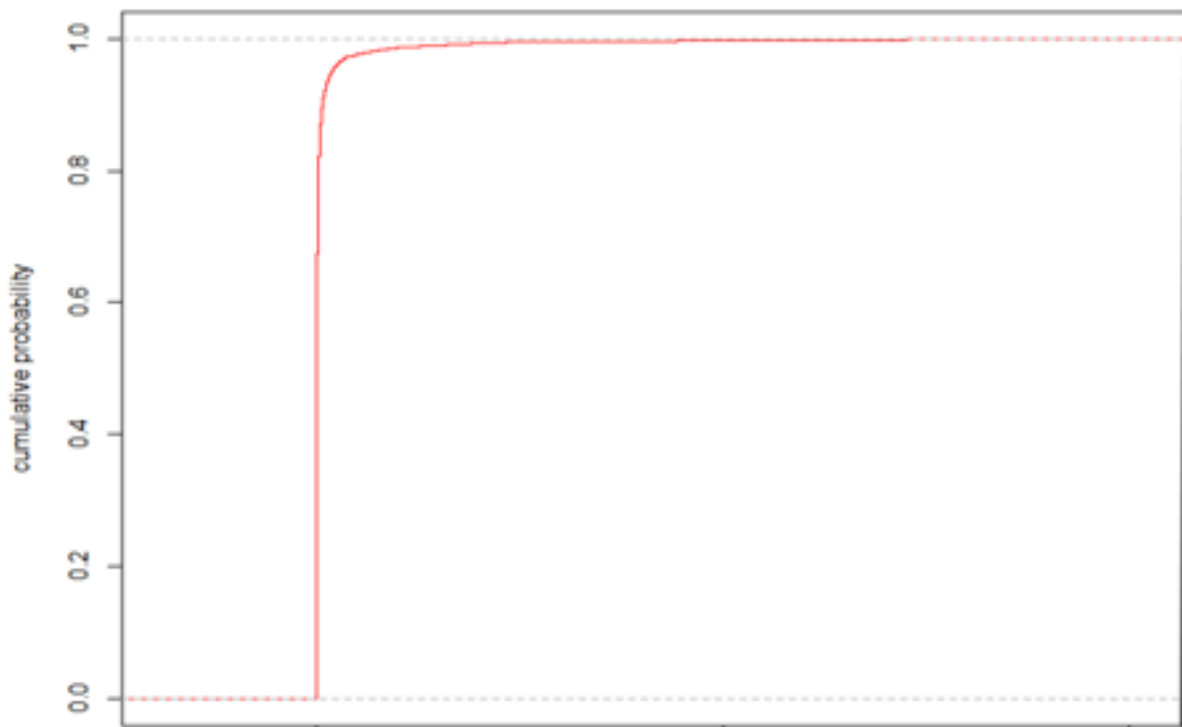


Figure 9 Répartition empirique des charges de la SCR

A priori, une grande partie des charges de sinistres semble être cernée dans un intervalle de longueur assez raisonnable, c'est cette section de sinistres que nous avons qualifié précédemment de sinistralité structurelle. Il existe cependant dans notre distribution des sinistres avec des charges assez élevées dont la probabilité d'occurrence est assez faible.

Après concertation interne avec le comité risque de la SCR, nous retenons un temps de retour estimatif de l'ordre de 20 ans, soit une probabilité d'occurrence de 5%. Le quantile d'ordre 95% de notre distribution empirique correspond à une charge avoisinant les 5.5MMAD.

2- Théorie des valeurs extrêmes :

a- Etude de la queue des charges de la SCR :

Dans la suite du travail nous nous intéresserons à trouver un seuil commun général, et donc aucune distinction entre branche où année ne sera faite. Le choix du seuil reste une étape très délicate, un seuil peu élevé rend l'approximation par une loi de Pareto assez mauvaise tandis qu'un seuil élevé limite le nombre de donnée et rend les estimateurs moins précis.

i -QQ-plot

Un QQ-plot est un diagramme qui oppose les quantiles d'une distribution théorique à celle d'une autre observée.

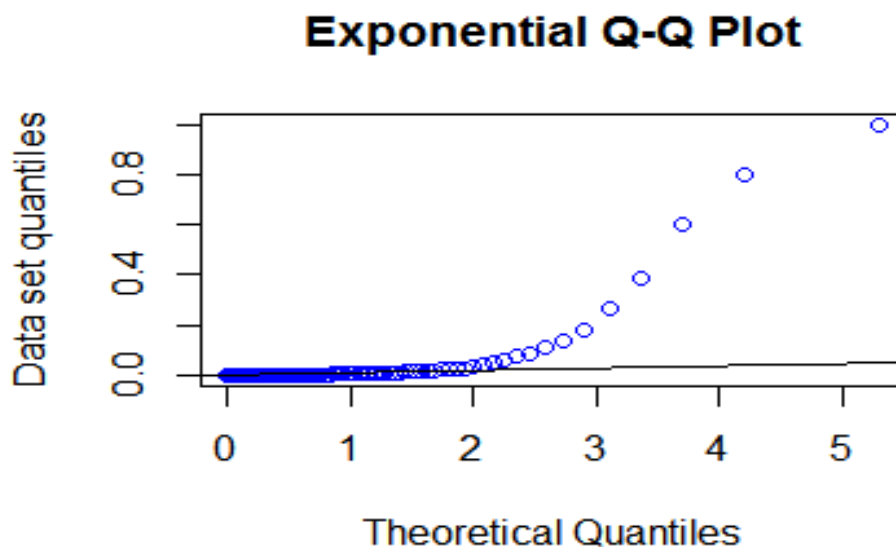


Figure 10 QQ plot des charges de la SCR

Le QQ-plot par rapport aux quantiles d'une loi exponentielle de paramètre 1 nous permet de déterminer le type de la distribution de queue de notre série de contrats sinistrés. Cela nous sera utile par la suite pour le choix de l'estimateur du seuil des sinistres majeurs.

Le QQ-plot de la série des charges de la SCR est une fonction convexe, les points extrêmes se dispersent vers le haut. Ce qui signifie que notre distribution possède une queue à domaine d'attraction de Fréchet.

ii -Graphique de dépassement moyen :

La fonction de dépassement moyen empirique est définie par :

$$\hat{e}_n(u) = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - u) 1_{X_i > u}}{\sum_{i=1}^n 1_{X_i > u}}$$

Le graphique de dépassement moyen n'est autre que la représentation de la fonction de dépassement moyen appliquée à plusieurs seuils, d'après les caractéristiques de la loi GPD la fonction de dépassement moyen doit être approximativement linéaire aux alentours du seuil des sinistres graves.

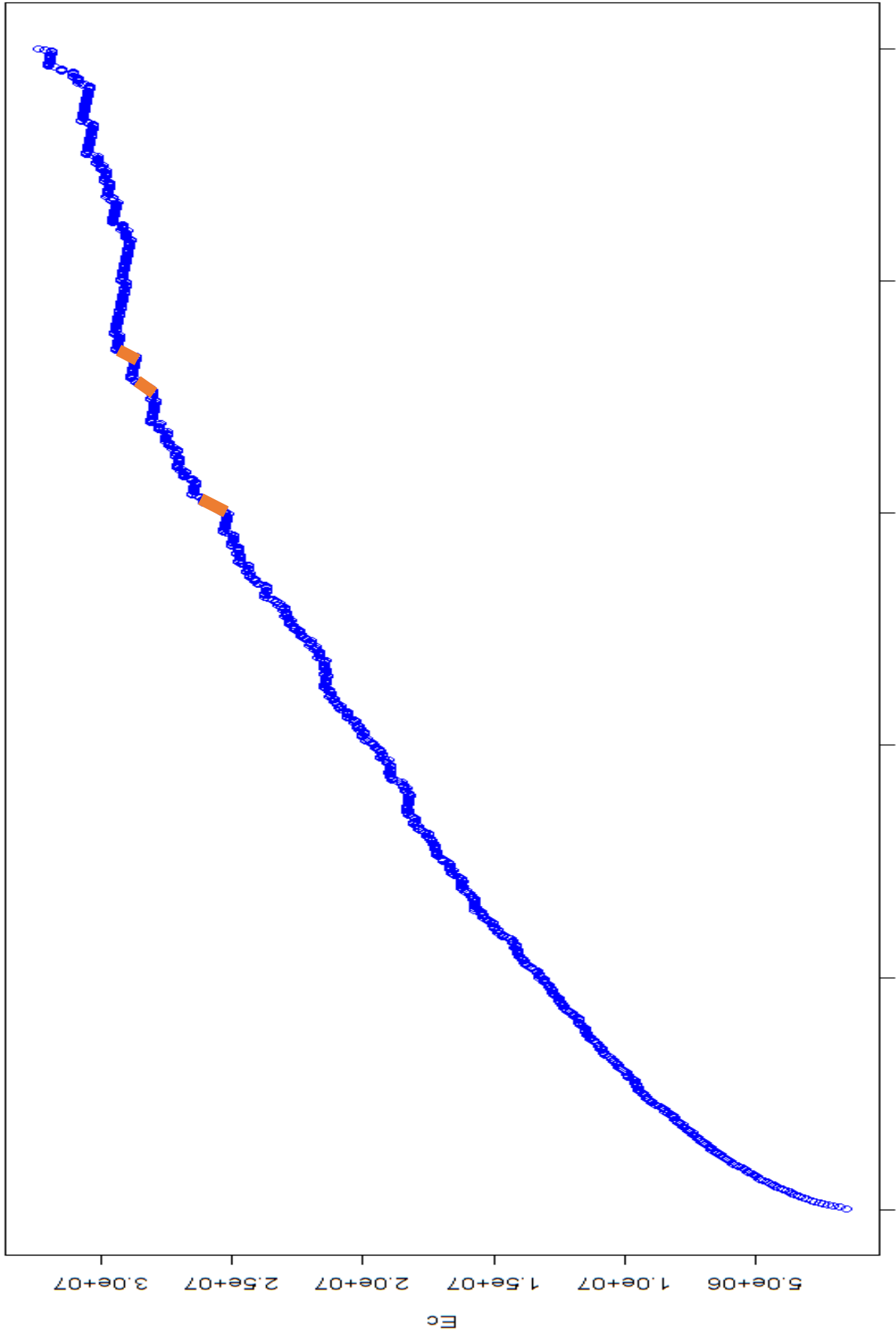


Figure 11 Graphique des dépassements moyen

On remarque que la fonction de dépassement moyen devient linéaire sur plusieurs segments, notamment les plus clairs sont aux alentours des seuils de 6 MMAD, 7MMAD et 7,3MMAD.

Ce graphique ne permet pas de déterminer avec précision un seuil néanmoins prouve l'existence de celui-ci.

b- Estimateurs non paramétriques :

i - l'estimateur de Hill :

Soit $X_1 > \dots > X_n$ une série de variables aléatoires indépendantes identiquement distribuées. Etant donné que notre distribution appartient au domaine d'attraction de FRECHET, nous utiliserons l'estimateur Hill afin de déterminer notre seuil de sinistres majeurs.

On rappelle que l'estimateur de Hill s'écrit sous la forme :

$$H_{k,n} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\ln(X_i) - \ln(X_{k+1}))$$

Si $\xi > 0$ alors $H_{k,n} \xrightarrow{p} \frac{1}{\xi}$, le graphe de Hill est l'ensemble des $\{k, H^{-1}_{k,n}\}$, le seuil des sinistres majeurs n'est que le point pour lequel l'estimateur de Hill converge, et donc le point à partir duquel l'estimateur devient stable.

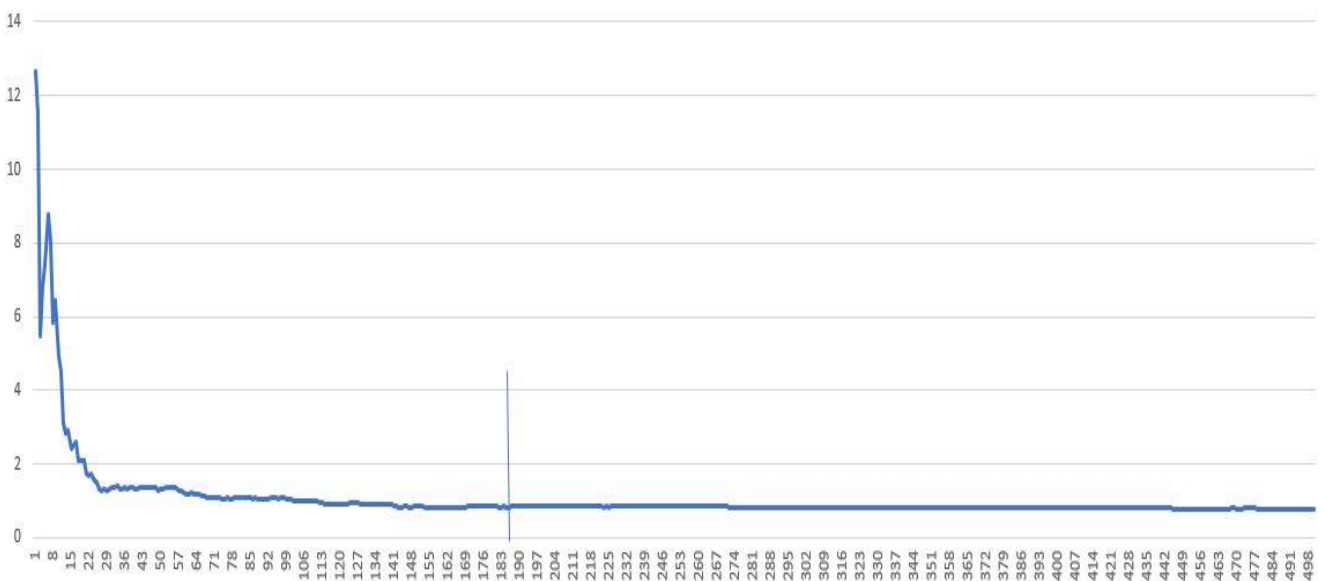


Figure 12 Estimateur de Hill

ii -l'estimateur des moments :

Soit $X_1 > \dots > X_n$ une série de variables aléatoires indépendantes identiquement distribuées. Rappelons que l'estimateur des moments n'est valable que pour les distributions à domaine d'attraction de Frechet. Il se calcul de la manière suivante :

$$M_k = 1 + \left(\frac{1}{k} \times \sum_{i=1}^k \left(\ln \left(\frac{X_i}{X_{k+1}} \right) \right) - \frac{1}{2} \left(1 - \sum_{i=1}^k \left(\ln \left(\frac{X_i}{X_{k+1}} \right) \right) \right) \right)$$

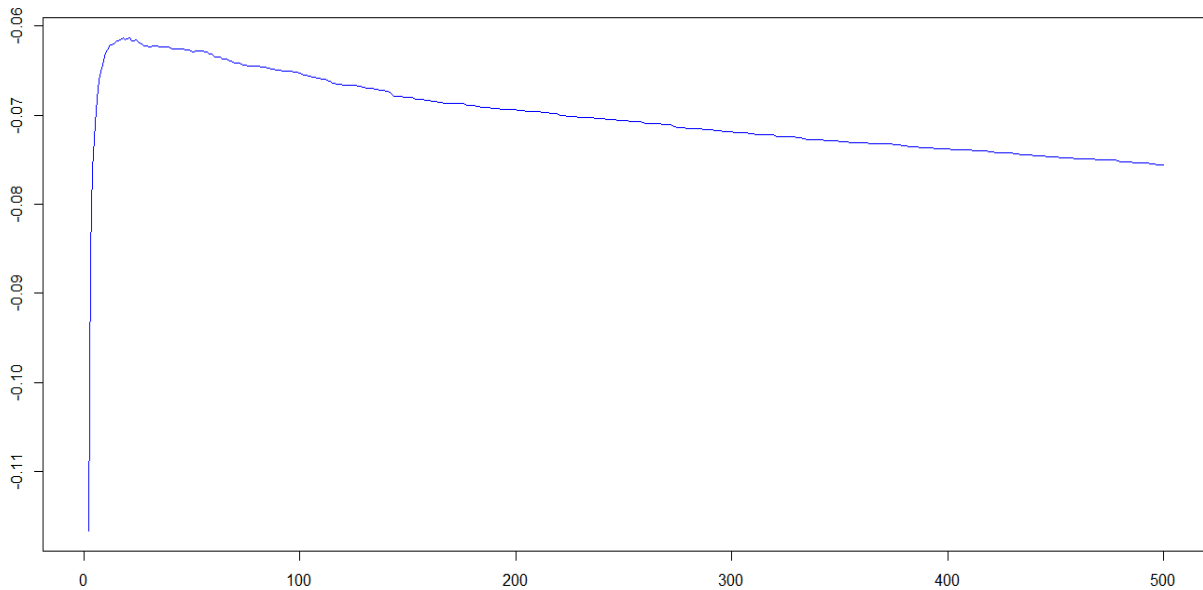


Figure 13 Estimateur des moments

c- Détermination du seuil :

Bien évidemment, le choix du point exact de convergence de l'estimateur demeure une étape assez délicate, en effet il est difficile de déterminer visuellement avec précision le point de convergence. Néanmoins, il est intuitivement clair que la valeur de k ne doit pas être trop importante : notre vecteur des charges X étant ordonné de façon décroissante, une grande valeur k nous éloignerais de la queue de notre distribution. Pour ce faire, nous procéderons par une approche à deux étapes :

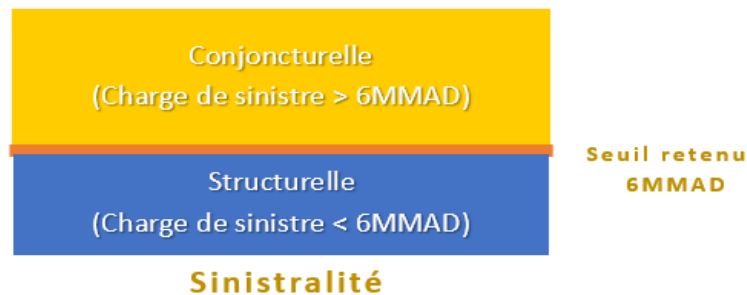
- Dans un premier temps il s'agira de déterminer visuellement un intervalle où l'estimateur semble devenir stable.
- Ensuite nous procéderons à un découpage dichotomique de l'intervalle en question afin de trouver le point exact de convergence. Le critère de sélection

de notre approche dichotomique sera la minimisation de la variance des écarts de l'estimateur, ceci permettra l'élimination des segments où il y a de fortes variations de l'estimateur.

Les deux estimateurs convergent pour des valeurs assez proches de k , les charges correspondantes aux deux valeurs de k avoisinent les 6 MMAD.

d- Construction des portefeuilles et résultats :

Après avoir présenté et appliqué l'approche empirique du temps de retour ainsi que l'approche non paramétrique du seuil à travers l'estimation de Hill et l'estimateur des moments, nous retenons un seuil égal à 6MMAD. Ce seuil nous permettra, comme cela a été déjà mentionné précédemment, de subdiviser notre sinistralité en deux classes, une sinistralité homogène, engendrant des charges de sinistres maîtrisables, et une sinistralité conjoncturelle englobant l'ensemble des sinistres majeurs.



Afin d'évaluer l'impact de cette séparation (split) sur notre série des charges, nous procéderons à la mesure de la volatilité de l'échantillon total, et celle du portefeuille structurel. Cette démarche nous montre que la volatilité, a diminué de 93%. La volatilité du portefeuille structurelle est presque deux fois moins importante que celle du portefeuille total, ce qui le rend beaucoup plus homogène.

IV- Application du split au ratio de sinistralité :

1- Cadre théorique :

La distinction faite précédemment entre la sinistralité structurelle et la sinistralité conjoncturelle pourrait être appliquée au calcul du ratio de sinistralité, puisque ce dernier se base sur la charge de sinistre. Nous pourrions alors en extraire deux ratios, l'un se basant sur la sinistralité structurelle et l'autre sur la sinistralité conjoncturelle.

$$\frac{S}{p} = \left(\frac{S}{P}\right)_{structurel} + \left(\frac{S}{P}\right)_{conjoncturel}$$

=

$$\left(\frac{S}{P}\right)_{structurel} + \frac{\text{Charges de sinistres} > 6MMAD}{\text{Primes acquise à l'ultime}}$$

2- Présentation et interprétation des résultats :

Afin d'effectuer le split du ratio de sinistralité, nous nous baserons sur les mêmes données utilisées lors des parties précédentes, soit la base des contrats souscription 2013-2018.

A travers cette partie, nous cherchons à effectuer un split du ratio de sinistralité, et mesurer l'impact d'une telle approche sur le pilotage technique de la compagnie.

Lors de la partie du pilotage technique, nous avons présenté le ratio de sinistralité sous plusieurs visions, par la suite, nous nous focaliserons sur le S/P brut de réassurance, en d'autres termes nous nous n'intéresserons pas à la rétrocession.

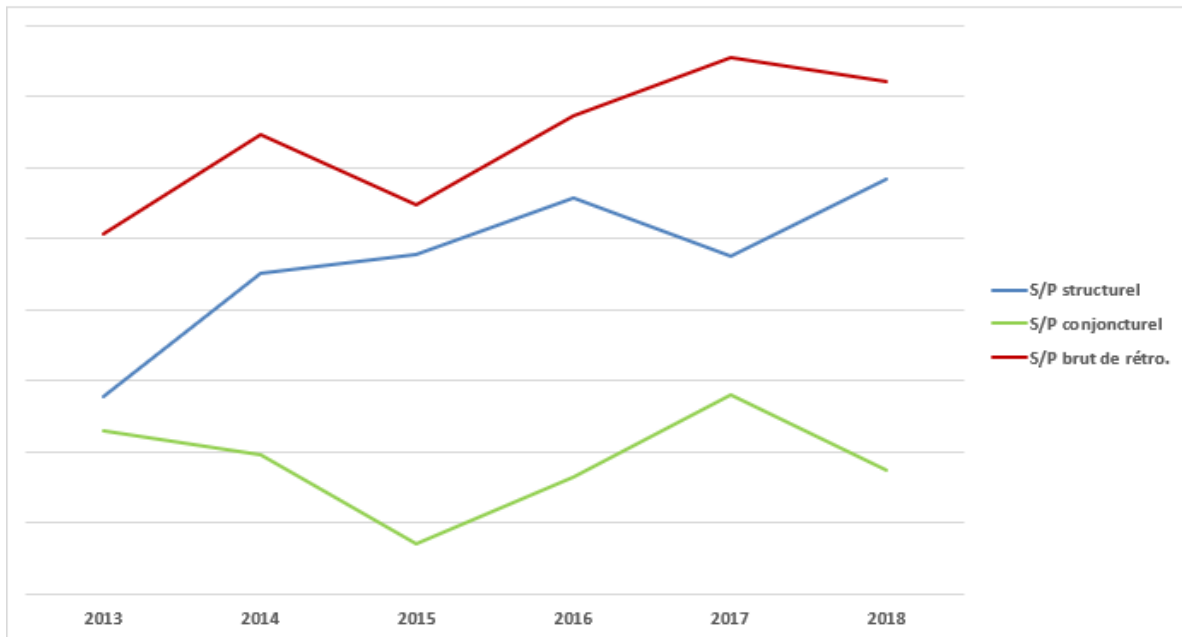


Figure 14 Evolution des S/P structurel, conjoncturel et brut de la SCR

Nous remarquons que le $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{structurel}}$ ne subit pas de forte variation dans la mesure où ce dernier semble avoir une évolution assez stable et peut être cerné dans un intervalle borné de longueur ne dépassant pas les 13%. Contrairement au $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{conjoncturel}}$ qui lui subit des variations assez violentes. Nous remarquons aussi qu'en cas d'absence de chocs violents du $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{conjoncturel}}$, le $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{Brut de rétrocession}}$ suit les mêmes variations que le $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{structurel}}$, ce qui signifie que la tendance générale de la sinistralité est fortement liée à la sinistralité structurelle en cas d'absence de fort pics dans la sinistralité conjoncturelle. L'observation du $\left(\frac{S}{P}\right)_{\text{conjoncturel}}$ permet au décideur une meilleure évaluation des stratégies de la compagnie, en effet les sinistres majeurs sont des événements inattendus qui pourraient fausser l'appréciation des orientations et des stratégies de la compagnie.

V- Formalisation des résultats

1- Motivations et objectifs :

Afin d'exploiter au mieux les résultats du travail effectué jusqu'à maintenant, un outil de pilotage a été mis en place afin faciliter la présentation et la communication des ratios au sein de l'entreprise. Cette interface est ce qu'on appelle dans le domaine de l'assurance par un tableau de bord risque. Un tableau de bord vise à fournir de façon périodique un ensemble d'indicateurs structurés et formalisés visant à apprécier les performances de l'entreprise.

2- Aperçu :

Les résultats sont présentés sous une interface HTML, contenant l'ensemble des tableaux et graphiques automatisés de l'ensemble des indicateurs calculés à partir de 2013 jusqu'à l'année d'exercice en cours.



Figure 15 Aperçu du tableau de bord

Notre tableau de bord se compose principalement de deux volets :

- Un volet dédié aux ratios d'activité
- Un volet dédié aux ratios technique

a- Volet ratio d'activité :

Cette partie du tableau de bord regroupe l'ensemble des ratios relatifs à la structure des primes présentée précédemment dans ce mémoire.

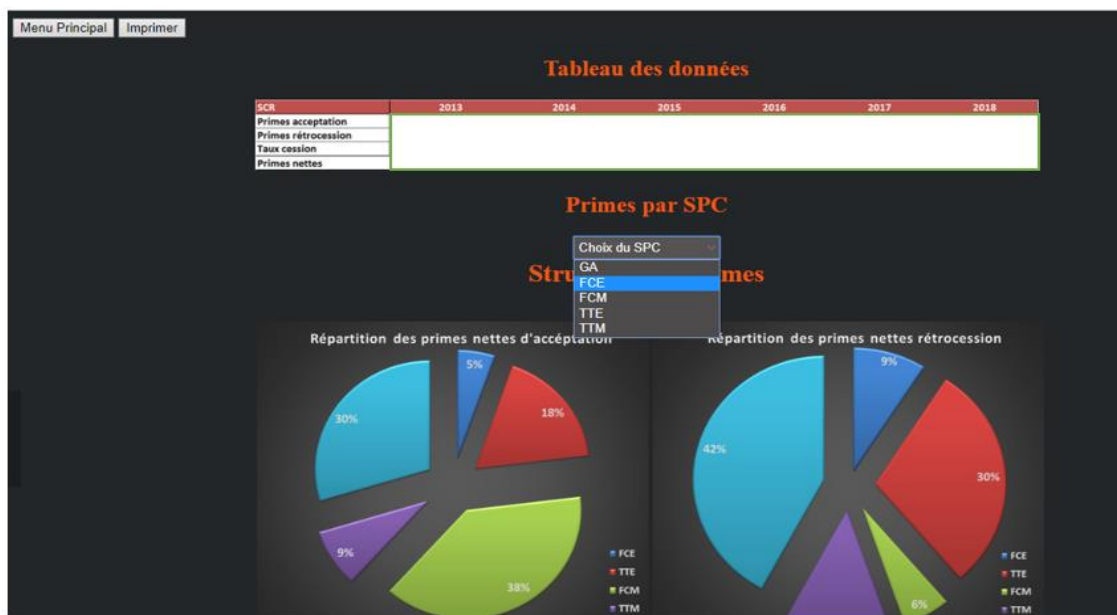


Figure 16 Tableau de bord : structure des primes SCR

Un zoom par branche est aussi possible afin d'observer les caractéristiques et l'évolution des ratios de chaque branche



Figure 17 Tableau de bord : structure des primes par branche

b- Volet ratio technique :

Ce volet comprend l'ensemble des visions du ratio de sinistralité, le ratio d'activité en plus de la partie relative au split du ratio de sinistralité ainsi qu'un zoom par branche sur l'ensemble de ces ratios.



Figure 18 Tableau de bord: Indicateurs techniques SCR

Cette interface regroupe l'ensemble des ratios traités précédemment, nous ne présentons, à titre d'exemple, une partie des informations fournies par le tableau de bord. Un zoom par brache est également possible pour les ratios techniques.

3- Schéma de données et composantes du tableau de bord :

La présentation des ratios dans le tableau de bord passe par plusieurs étapes des calculs, afin d'élucider ces étapes, nous proposons le schéma de données suivant :

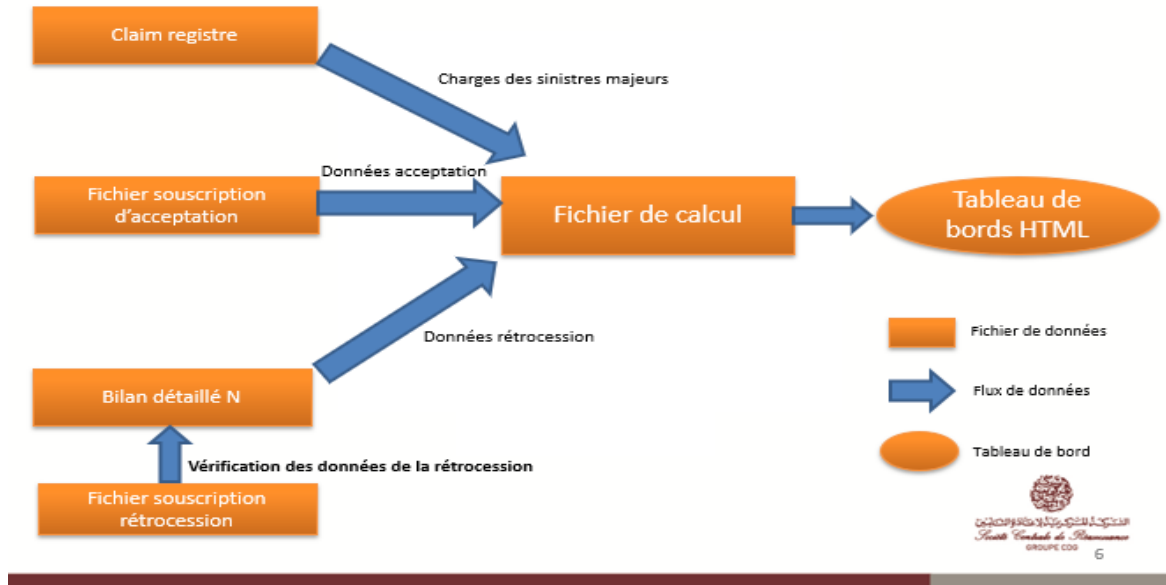


Figure 19 Schéma de données du tableau de bord

Les composantes du tableau de bord sont :

- Fichier souscription d'acceptation : fichier d'où sont extraites l'ensemble des données relatives à l'acceptation.
- Bilan détaillé et Fichier souscription : Les données de la rétrocession de l'année en cours ainsi que les ajustements des années passées sont extraites de ces deux fichiers
- Claim register : Le claim register est un fichier contenant l'ensemble des contrats de la SCR depuis le début de son activité, il nous est utile dans la mesure où il nous permet d'extraire la charge des sinistres majeurs qui ne figurent pas dans le fichier d'acceptation.

Deuxième partie : Vision prospective du
processus de pilotage technique

Chapitre I : Concepts et définitions :

I- Présentation de la SBR :

Le secteur des assureurs du Maroc s'apprête pour la rentrée en vigueur de la nouvelle réglementation prudentielle marocaine : La solvabilité basée sur les risques. Actuellement le marché marocain est en phase de l'étude des impacts quantitatifs de cette nouvelle réglementation.

La réforme SBR se compose de trois piliers :

- Premier pilier : Exigences quantitatives
- Deuxième pilier : Gouvernance et exigences qualitatives
- Troisième pilier : Information

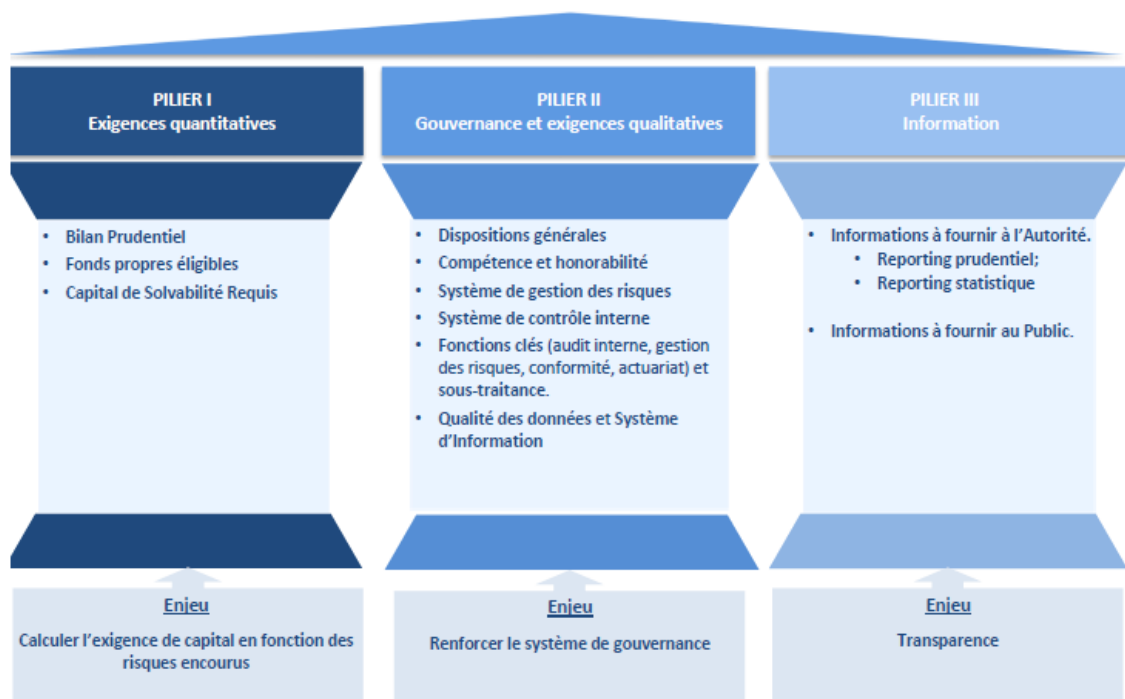


Figure 20 Piliers SBR

Dans cette partie de ce mémoire, nous nous intéresserons à l'exigence qualitative relative à la gouvernance. Nous ferons intervenir des concepts clés relatifs à ce pilier à savoir l'ORSA et l'appétit au risque.

1- ORSA :

Rappelons que l'Own Risk and Solvency Assessment (ORSA) est un élément de la réglementation permettant aux compagnies une propre évaluation de leurs risques et de leur solvabilité. L'ORSA permet également à l'entreprise d'obtenir une perspective tournée vers l'avenir. La mise en place de l'ORSA nécessite une compréhension réelle et paramétrique des risques qu'elle encourt.

Dans la suite, nous nous intéresserons au concept d'appétence au risque inclus dans l'ORSA.

2- L'appétence au risque :

Le risk appetite (appétence au risque) peut être défini comme étant le niveau de risque agrégé qu'une compagnie peut se permettre d'accepter dans son portefeuille en vue de poursuivre son activité et son développement.

Elle est généralement incluse dans la stratégie de pilotage des risques de l'entreprise. Cette stratégie de pilotage doit intégrer le besoin de l'ensemble des parties intéressées. Une présentation simpliste de ses différents acteurs pourrait être :

- Le conseil d'administration : Intéressée par la réconciliation des intérêts des différents acteurs présentés par la suite.
- Le régulateur (l'ACAPS) : Intéressé par une bonne maîtrise de la solvabilité et des risques.
- Les actionnaires : Intéressés par le retour de leur investissement.
- Les cessionnaires : Intéressés par la solvabilité de l'entreprise.
- Les agences de notation : Intéressées par une bonne maîtrise des risques et un niveau de capital suffisants.

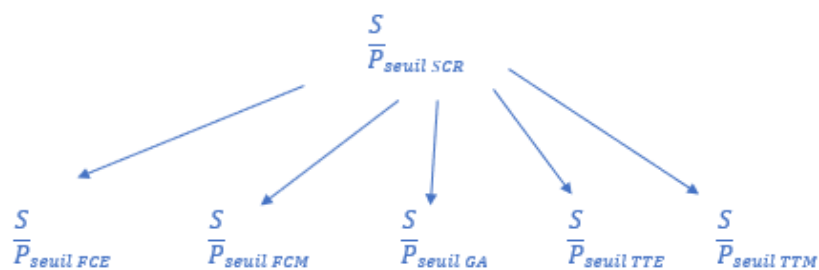
- Les gestionnaires internes : Intéressée par la cohérence des profils de risque.

Chapitre II : L'ORSA et la SCR

1- Contexte :

Pour la Société Centrale de Réassurance, les enjeux sont importants notamment dans le cadre de l'ORSA. Une évaluation continue des risques et de la rentabilité de l'entreprise sont la préoccupation principale du conseil d'administration. L'appétence au risque de la compagnie peut être traduite par un ratio de sinistralité. S/P, ce ratio définit un seuil qui, une fois dépassé, nécessite une intervention de la part des parties concernées. Les mécanismes d'intervention ne font pas objet de ce mémoire, néanmoins il serait utile de noter que ces interventions ont pour objectif principal la maîtrise de la volatilité tout en garantissant un certain niveau de rentabilité.

Un S/P global SCR pourrait présenter certains inconvénients dans la mesure où il est possible de remarquer un effet de compensation entre les différentes branches chose qui pourrait nuire au processus de pilotage. En effet cette compensation pourrait induire en erreur les parties concernées par le pilotage, chose qui retarderait le processus d'intervention et le rendre beaucoup plus coûteux. Une répartition du S/P sur les différentes branches d'activité s'impose.



L'approche de l'appétence au risque traitée dans la suite de ce mémoire est une approche TOP-DOWN permettant de passer d'une approche globale de l'appétence au risque à une approche beaucoup plus fine.

2- Méthodologie :

Dans un premier temps, il s'agira de procéder à l'estimation des charges de sinistres de l'exercice courant à travers la méthode déjà présentée lors de la partie des indicateurs techniques :

$$\max(SP + PSAP; \frac{S}{p_{traités}} \times EPI)$$

Ensuite il s'agira de répartir à nouveau ces charges sur les différentes branches selon le profil de risque que présente chacune d'elles en tenant compte des Pertes (Charges -EPI) par contrat. Cette approche permettra une allocation qui tient compte des primes et des charges en même temps.

Afin de procéder à la répartition du S/P, nous avons besoin de définir certaines étapes nécessaires du processus :

- Choix de la mesure de risque
- Choix de la méthode de répartition ou d'allocation

Les concepts clés du processus seront explicités dans la suite.

3- Mesure de risque :

Une compagnie d'assurance doit être capable de maîtriser de façon pertinente le risque auquel elle est exposée. De ce fait le choix d'une mesure permettant de quantifier le risque représente une étape assez délicate. Une mesure de risque est un outil mathématique permettant de traduire le risque réel auquel l'entreprise est exposée.

Une mesure de risque, φ , est une fonction définie sur l'ensemble des variables aléatoires réels Γ et à valeurs sur \mathbb{R} , telle que :

$$\varphi: \Gamma \rightarrow \mathbb{R}$$

$$X \rightarrow \varphi(X)$$

a- Cohérence de la mesure de risque :

Une mesure de risque est dite cohérente si elle respecte les critères suivants :

- Monotone: $\forall X_1, X_2 \in \Gamma, X_1 < X_2 p.s : \varphi(X_1) < \varphi(X_2)$
- Homogène positive : $\forall X \in \Gamma, h > 0 : \varphi(hX) = h \times \varphi(X)$
- Invariante par translation : $\forall X \in \Gamma, h > 0 : \varphi(h + X) = h + \varphi(X)$
- Sous additive : $\forall X_1, X_2 \in \Gamma, \varphi(X_1 + X_2) = \varphi(X_1) + \varphi(X_2)$

b- Mesure de risque usuelles :

Dans le domaine de l'assurance il existe deux principales mesures de risque qui sont le plus utilisées :

◆ La value at risk :

La value at risk est définie comme étant la perte maximale qui pourrait être atteinte avec une probabilité donnée sur un horizon temporel donné.

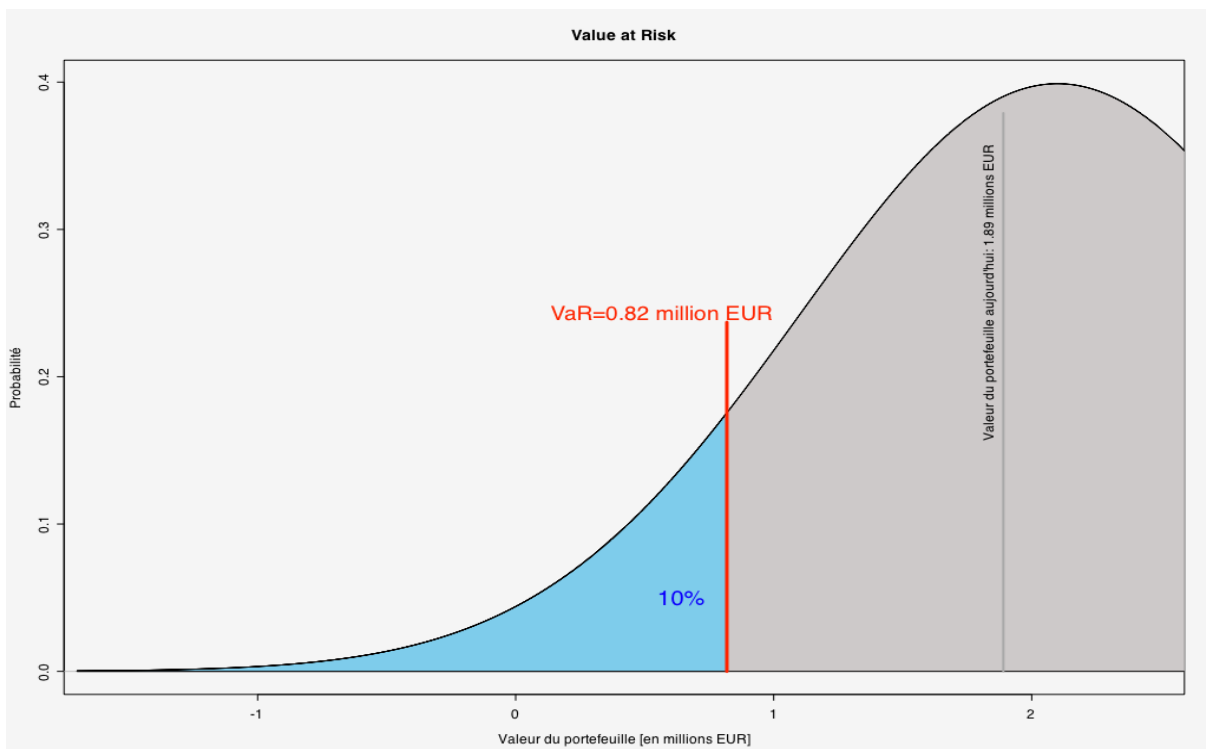


Figure 21 Représentation de la VaR

La La formule de la Value at Risk est :

$$VaR_{\alpha}(X) = \inf(x \in R, F_x(X) \geq \alpha)$$

La mesure Value at risk ne respecte pas le critère de sous additivité, et donc n'est pas cohérente. Cependant pour des valeurs très petite, cette mesure devient cohérente.

♦ La Tail value at risk :

La tail value at risk est définie comme étant l'espérance conditionnelle de la variable aléatoire sachant que celle-ci dépasse la VaR au niveau α . Elle prend en compte le comportement de la distribution au-delà de la Value at Risk.

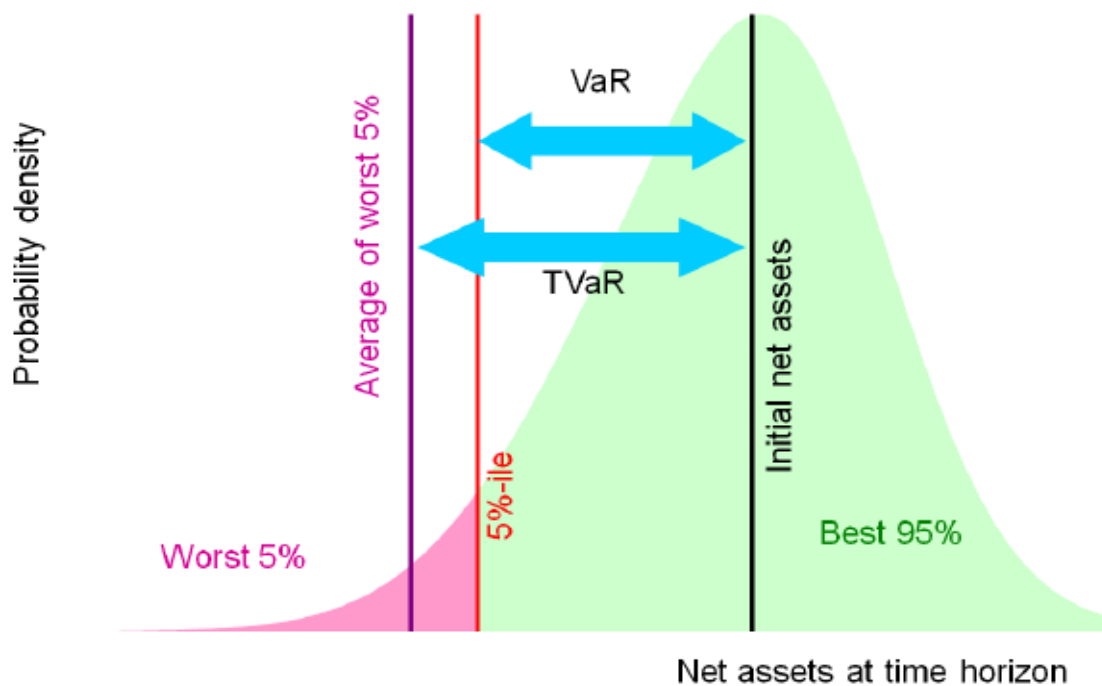


Figure 22 Représentation de la TVaR

La formule de Tale Value at risk :

$$TVaR_{\alpha}(X) = E(X|X > VaR_{\alpha}(X))$$

$$TVaR_\alpha(X) = \frac{1}{1-\alpha} \int_\alpha^1 TVaR_u(X) du$$

La Taile Value at risk respect l'ensemble des règles de cohérence des mesures.

4- Méthodes d'allocation :

Comme définie précédemment, le processus de Risk Appetite nécessite une allocation du risque global vers les différentes branches d'activité de la SCR.

Soit A l'ensemble des branches sur lesquelles le risques doit être répartie.

Soit M l'ensemble des allocations composé de pair (A, ϕ) où ϕ est une mesure de risque.

Une méthode d'allocation est une fonction $M \rightarrow R^n$ qui a chaque couple (A, ϕ) associe une unique allocation :

$$M : (A, \phi) \rightarrow \begin{bmatrix} K_1 \\ \dots \\ K_n \end{bmatrix}$$

Où K_i est le risque alloué à la branches i

Pour être plus précis les K_i sont des mesures de risques qui dépendent de la méthode d'allocation : $K_i = \varphi^{Alloc}(X_i)$

$$\text{Les risque global } \varphi(X) = \sum_{i=1}^n \varphi^{Alloc}(X_i)$$

a- Cohérence de la méthode d'allocation :

Une méthode d'allocation est dite cohérente si elle vérifie certaines propriétés :

♦ Non surallocation (No undercut) :

On définit O comme étant un sous ensemble de A des branches risqués

La non surallocation est définie comme

$$\forall O \subset A: \sum_{i \in O} \varphi^{Alloc}(X_i) < \varphi^{Alloc}\left(\sum_{i \in O} (X_i)\right)$$

Cette propriété signifie qu'aucun segment ne recevra une allocation supplémentaire au profit d'une autre branche.

◆ Symétrie :

Soit une branche i et O un sous ensemble de A contenant la branche i

On définit l'impact marginal d'une baisse du risque relatif au segment comme étant :

$$\frac{\varphi(X_o) - \varphi(X_o - hX_i)}{h} \text{ où } 0 < h \leq 1$$

Une méthode d'allocation est dite symétrique si pour toutes branches i et j ayant le même impact marginal, on a

$$\varphi^{Alloc}(X_i) = \varphi^{Alloc}(X_j)$$

◆ Allocation sans risque (riskless allocation) :

Une méthode d'allocation est considérée comme allocation sans risque sur pour toute branche i sans risque on a

$$\varphi^{Alloc}(X_i) = 0$$

b- Méthodes d'allocation utilisées :

Les méthodes présentées dans la suite sont toutes des méthodes cohérentes par définition. Nous traiterons dans la suite de ce travail trois méthodes différentes d'allocation :

- La méthode d'allocation proportionnelle
- La méthode d'allocation marginale
- La méthode d'allocation de Shapley

Les méthodes d'allocation proportionnelle et marginale sont assez simplistes et intuitives. La méthode de Shapley quant à elle relève de la théorie des jeux coopératifs.

◆ Méthode d'allocation proportionnelle :

La méthode d'allocation proportionnelle repose simplement sur le calcul de la contribution de la branche par rapport au risque global.

$$\varphi^{prop}(X_i) = \frac{\varphi(X_i)}{\sum_{j \in A} \varphi(X_j)} \times \varphi(X)$$

Cette méthode est assez simple dans la perspective où elle ne prend pas en compte l'effet marginale entre les branches.

◆ Méthode d'allocation marginale :

La méthode d'allocation proportionnelle repose sur une allocation en fonction de l'impact marginale de chaque segment. Elle consiste à calculer la différence entre le risque toute branches confondues et ce même risque privé de la branche en question.

$$\varphi^{marg}(X_i) = \frac{\varphi(X_A) - \varphi(X_{A \setminus i})}{\sum_{j \in A} (\varphi(X_A) - \varphi(X_{A \setminus j}))} \times \varphi(X)$$

On pourrait reprocher à cette méthode le fait de s'intéresser uniquement à l'effet marginal par rapport au risque global et d'ignorer l'effet marginal par rapport aux sous-ensembles des branches.

◆ Méthode d'allocation de Shapley :

La méthode d'allocation de Shapley est une méthode inspirée de la théorie des jeux coopératifs. Elle se base sur la valeur introduite par Aumann et Shapley dans la théorie des jeux. Denault a démontré dans ces travaux que cette méthode pourrait être adapté pour résoudre le problème de l'allocation de risque entre les branches.

$$\varphi^{Shapley}(X_i) = \sum_{s \in D_i} \frac{(s-1)!(n-s)!}{n!} (\varphi(S) - \varphi(S \setminus i))$$

Où D_i est l'ensemble des coalitions possibles entre les différentes branches.

Cette méthode prend en considération l'effet marginal par rapport au risque global et l'effet marginal par rapport aux coalitions des différentes branches.

5- Résultats de l'approche :

Supposons que le décideur fixe un montant X comme étant le résultat ou le gain technique à dégager de l'exercice courant. Ce montant traduit en ratio de sinistralité brute de rétrocession, correspond à un $S/P_{SCR} = 82\%$, ce ratio détermine l'appétence au risque de la compagnie au cours de l'exercice traité, un fois ce ratio dépassé, on ne peut plus atteindre l'objectif fixé.

Rappelons que notre objectif est de réaliser une approche TOP-DOWN de l'appétence au risque de la SCR. L'approche TOP-DOWN consiste à répartir notre S/P_{SCR} sur les différentes branches d'activité (FCE, FCM, GA, TTE, TTM). La mesure de risque utilisée lors du processus d'allocation (ou de répartition) est la Value At risk appliquée au la perte globale ainsi que par branches avec une probabilité $p = 99\%$.

L'application des méthodes d'allocation sur la base des charges estimées de la SCR de l'exercice donnent les résultats suivants :

Shapley

	FCE	FCM	GA	TTE	TTM
S/P alloué	73%	75%	69%	81%	89%

Tableau 7 Allocation de Shapley

Proportionnelle

	FCE	FCM	GA	TTE	TTM
S/P alloué	80%	63%	75%	81%	89%

Tableau 8 Allocation par la méthode proportionnelle

Marginale

	FCE	FCM	GA	TTE	TTM
S/P alloué	71%	77%	62%	87%	92%

Tableau 9 Allocation par la méthode marginale

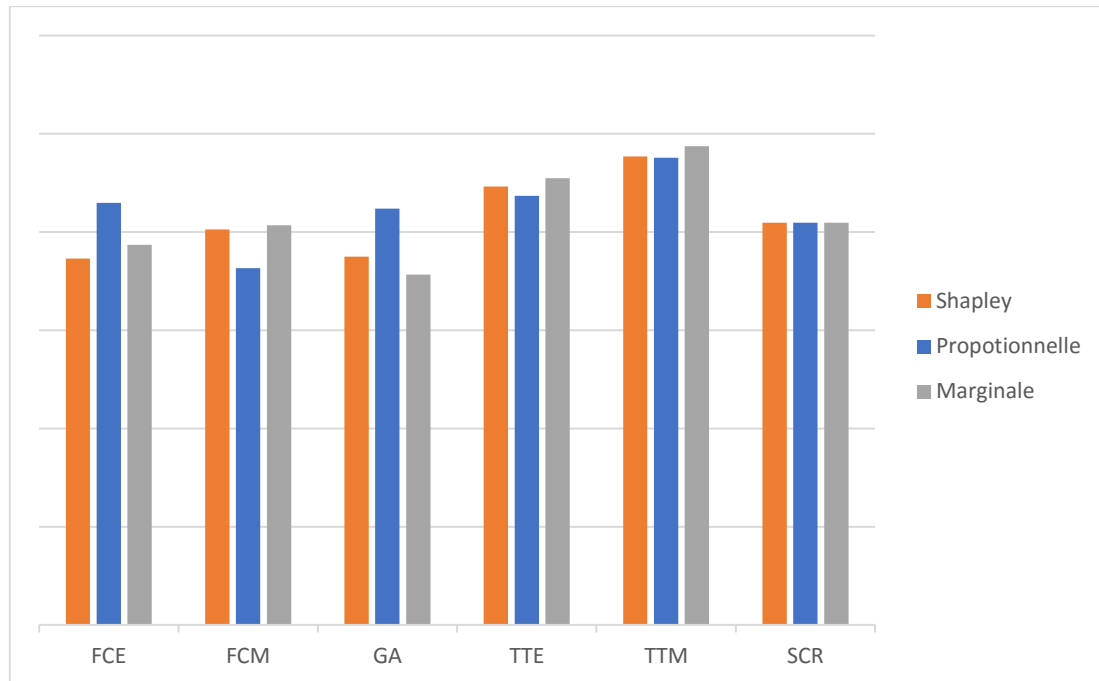


Figure 23 Résultats de l'allocation des risques

La répartition du ratio S/P_{SCR} sur les différentes branches donne des résultats différents pour chacune des méthodes d'allocation utilisées. Néanmoins pour le processus de pilotage, nous retenons le résultat de la méthode de Shapley puisqu'elle tient compte du risque présenté par chacune des branches de façon beaucoup plus exhaustive que les méthodes marginale et proportionnelle. Ces ratios S/P seront considérés au cours du processus de pilotage comme des seuils à ne pas dépasser. Nous remarquons que les seuils des affaires conventionnelles (GA) et des affaires facultatives étrangères (FCE) sont nettement inférieurs au S/P_{SCR} ce qui confirme le phénomène de compensation présenté lors de la motivation de cette partie. Les traités étrangers et marocains (TTE et TTM) présentent une appétence au risque assez importante dans la mesure où leurs ratios sont supérieurs au S/P_{SCR} . Les affaires conventionnelles pourraient être considérées comme étant la branche la plus risquée puisqu'elle présente le seuil le plus bas.

Conclusion

Dans la première partie du présent travail, nous nous sommes intéressés à la vision rétrospective du processus de pilotage de la Société centrale de Réassurance, à travers le calcul d'indicateurs relatifs à l'activité technique de celle-ci. Ensuite nous nous sommes intéressés à la subdivision du portefeuille des contrats de la SCR en un portefeuille structurel et un autre conjoncturel à travers l'adoption d'un seuil de sinistres majeurs déterminé à travers l'étude de la queue de la distribution empirique des charges de sinistres de la SCR. Cette subdivision nous a permis d'extraire les $\left(\frac{S}{P}\right)_{conjoncturel}$ et $\left(\frac{S}{P}\right)_{structurel}$ qui nous permettront d'obtenir une meilleure appréciation de la stratégie de la compagnie.

La deuxième partie de ce travail traite aussi le sujet du pilotage technique de la SCR, mais cette fois-ci avec une vision prospective du processus. Nous proposons un suivi de l'appétence au risque des différentes branches, traduite par des ratios de sinistralités, à travers la répartition de l'appétence globale de la SCR sur les différentes branches en utilisant l'approche théorique convenable.

Ces deux visions peuvent être considérées comme complémentaires dans la mesure où il est possible de définir les objectifs en relation avec la rentabilité d'un exercice à travers la phase prospective du processus, puis faire en sorte que ces objectifs soient atteints tout au long de la phase rétrospective du processus à travers le suivi de l'évolution de l'exercice en question.

Bien évidemment le présent travail ne reflète qu'une petite partie du déroulement du processus de pilotage d'une compagnie de réassurance qui demeure un processus assez diversifié, faisant intervenir plusieurs modèles et approches relevant de plusieurs domaines tel que l'actuariat, la finance de marché, l'Asset Liability Management, etc..

Annexes :

Annexe 1 : Organigramme de la SCR

La société centrale de réassurance comporte plusieurs direction et pôles présentés dans l'organigramme suivant :



Figure 24 Organigramme de la SCR

Annexe 2 : Structure des primes par branches

FCE	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux de croissance des primes		44%	39%	24%	41%	5%
Taux cession	16,7%	11,3%	7,8%	9,8%	6,4%	3,5%
% des Primes acc. SCR	2,1%	1,5%	2,1%	2,8%	5,1%	5,3%
% des Primes rétro. SCR	0,6%	0,5%	0,5%	0,8%	0,8%	0,4%
Primes nettes						
% Primes nettes SCR	5%	2%	3%	4%	8%	9%

Tableau 11 Indicateurs primes FCE

TTE	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux de croissance des primes		6%	16%	-9%	43%	7%
Taux cession	20%	11%	9%	12%	8%	6%
% des Primes acc. SCR	16%	8,3%	9,5%	9,3%	17,2%	17,8%
% des Primes rétro. SCR	5,0%	2,4%	2,5%	3,4%	3,2%	2,5%
Primes nettes						
% Primes nettes SCR	34%	12%	13%	12%	27%	30%

Tableau 10 Indicateurs primes TTE

FCM	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux de croissance des primes		18%	-6%	-12%	-4%	0,3%
Taux cession	89%	88%	92%	88%	80%	91%
% des Primes acc. SCR	61,9%	36,4%	33,8%	31,9%	39,6%	38,6%
% des Primes rétro. SCR	87,7%	86,4%	88,0%	84,8%	77,7%	80,5%
Primes nettes						
% Primes nettes SCR	18%	7%	4%	6%	13%	6%

Tableau 12 Indicateurs primes FCM

TTM	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux de croissance des primes		-4%	-7%	7%	-30%	-4%
Taux cession	21%	18%	10%	13%	14%	15%
% des Primes acc. SCR	20,3%	9,7%	8,9%	10,3%	9,3%	8,7%
% des Primes rétro. SCR	6,8%	4,8%	2,6%	4,1%	3,2%	2,9%
Primes nettes						
% Primes nettes SCR	43%	13%	12%	13%	14%	13%

Tableau 13 Indicateurs primes TTM

GA	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Primes acceptation						
Primes rétrocession						
Taux de croissance des primes			4%	-7%	-51%	6%
Taux cession	-	5%	5%	5%	21%	20%
% des Primes acc. SCR	-	44,1%	45,6%	45,7%	28,8%	29,7%
% des Primes rétro. SCR	-	6,0%	6,5%	6,9%	15,0%	13,7%
Primes nettes						
% Primes nettes SCR	-	67%	67%	65%	38%	42%

Tableau 14 Indicateurs primes GA

Annexe 3 : Indicateurs techniques par branches

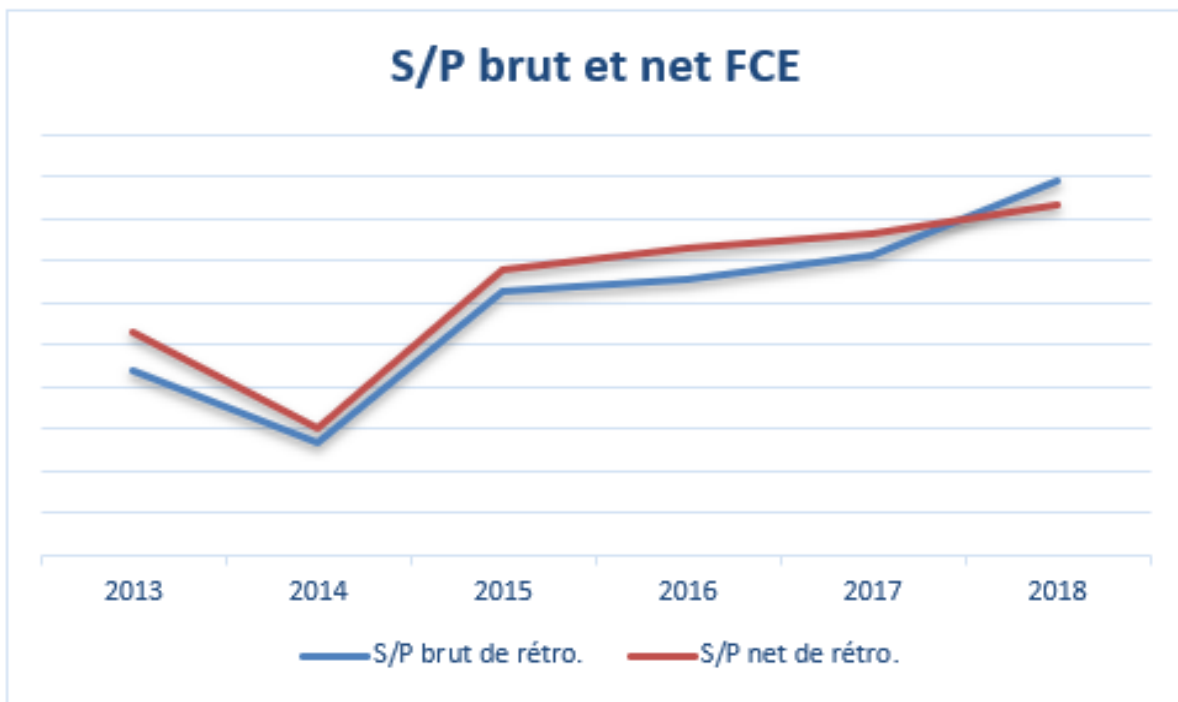


Figure 25 S/P brut et net FCE

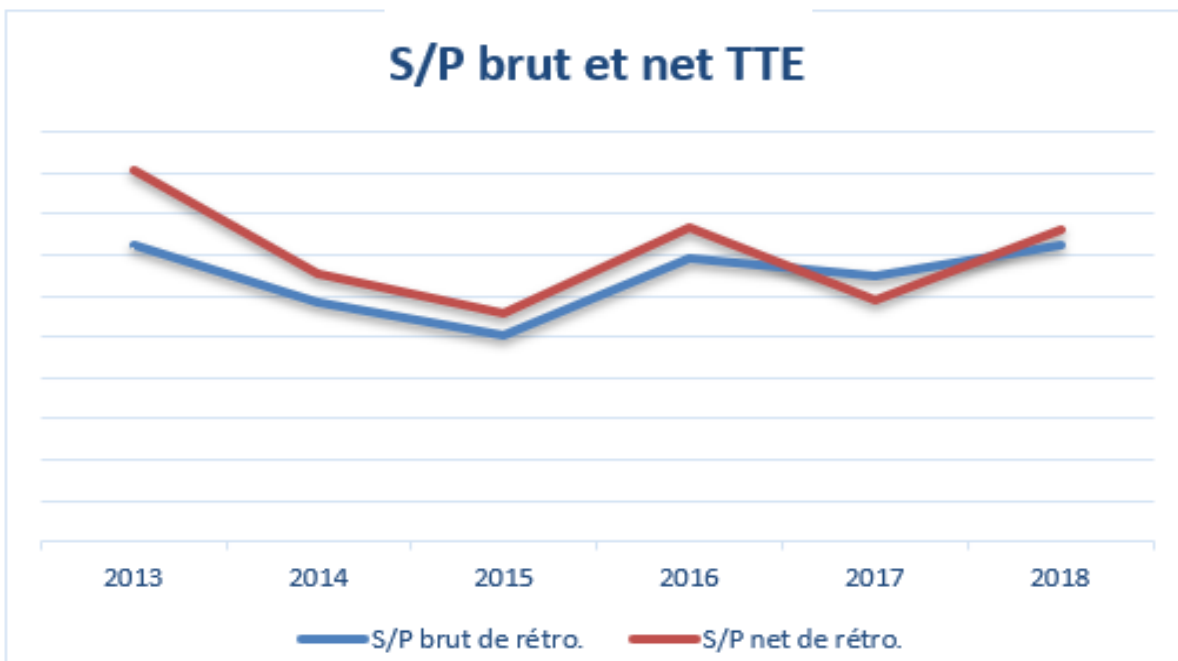


Figure 26 S/P brut et net TTE

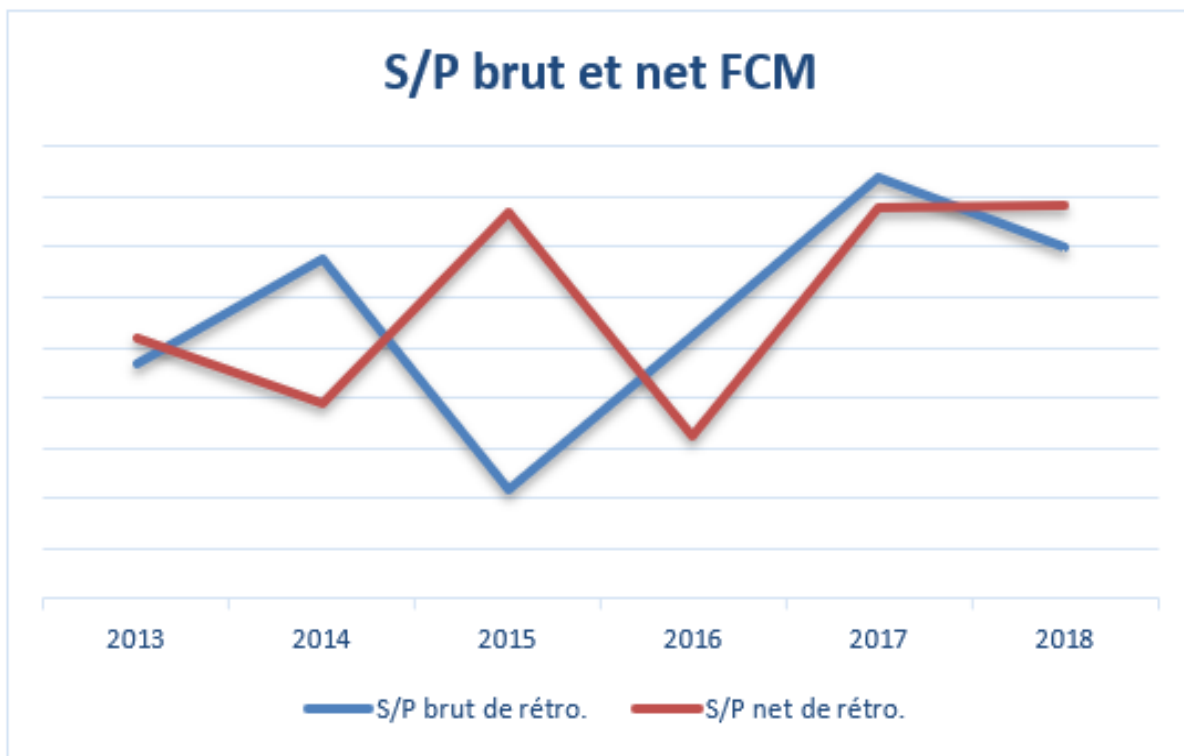


Figure 27 S/P brut et net FCM

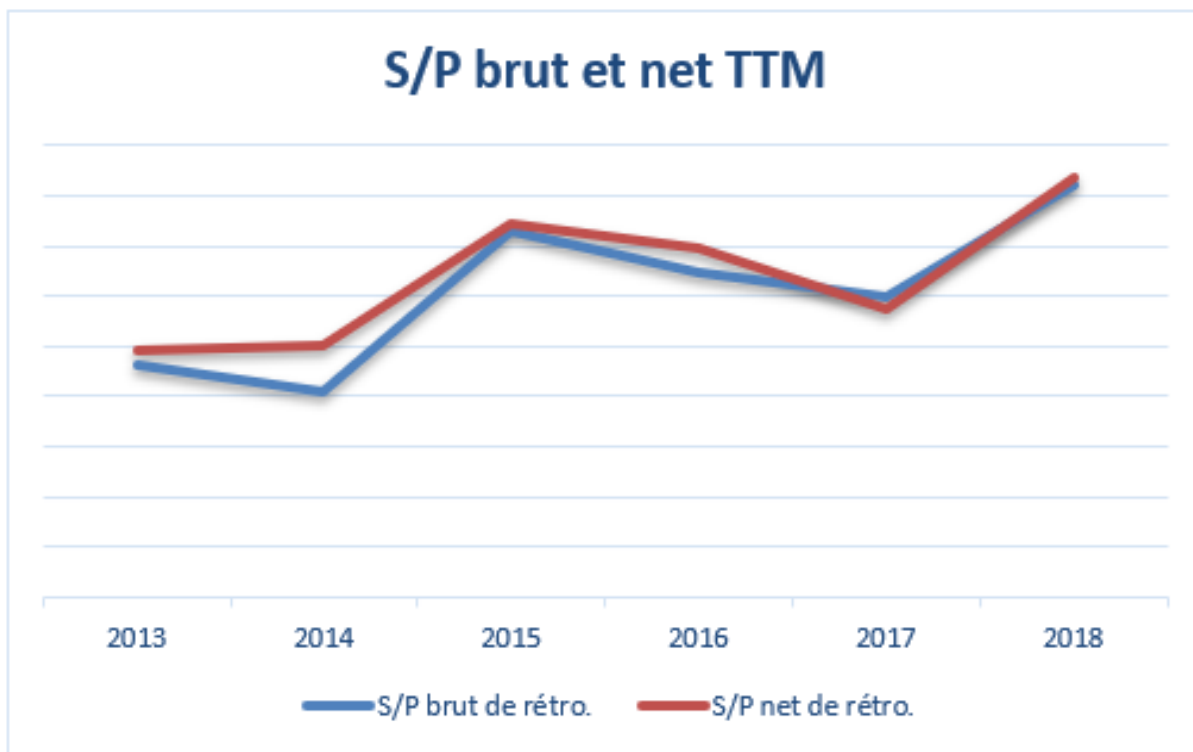


Figure 28 S/P brut et net TTM

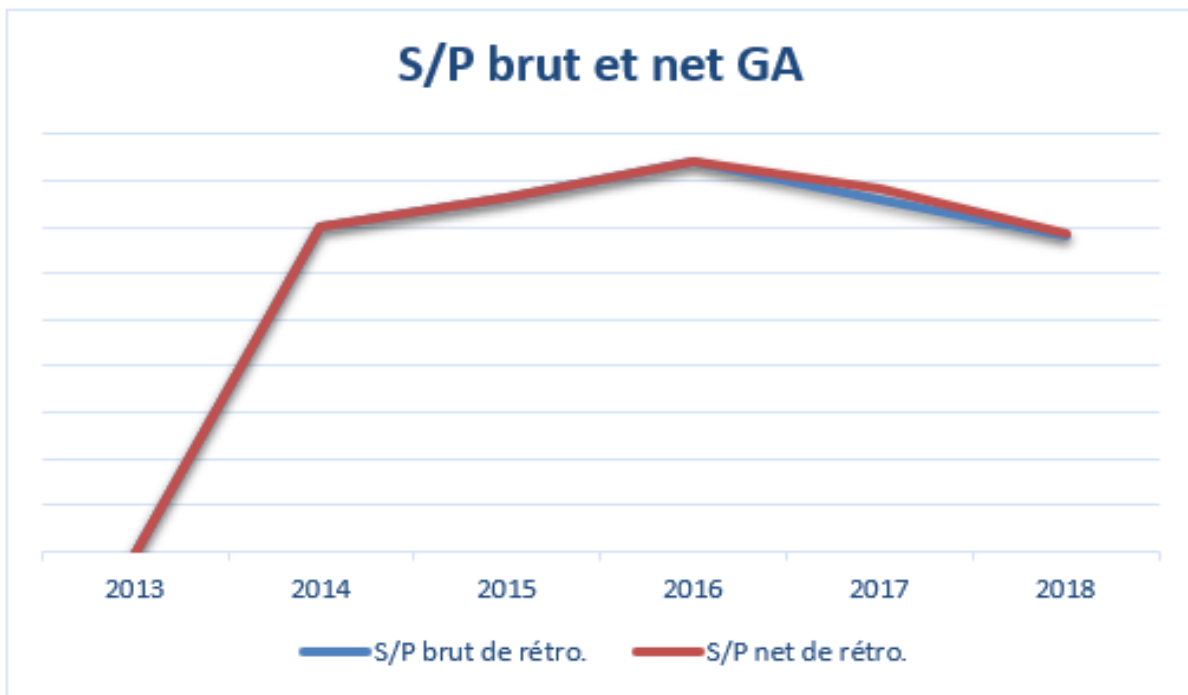


Figure 29 S/P brut et net GA

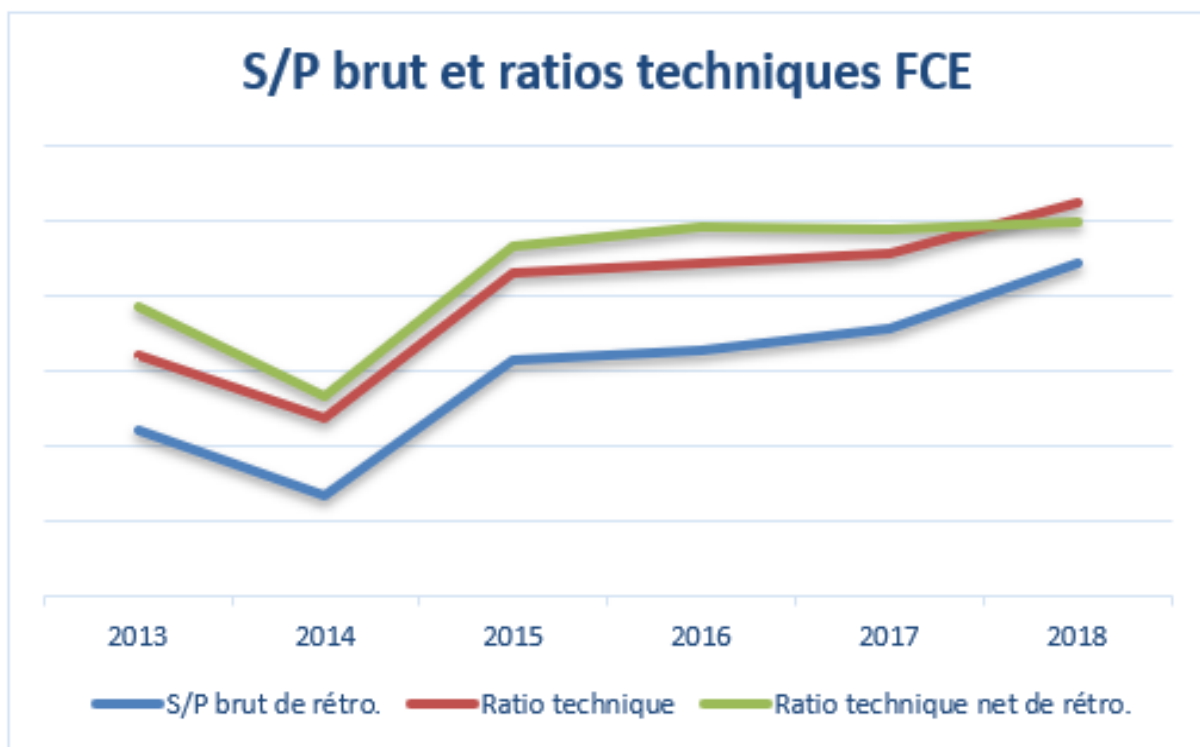


Figure 30 S/P brut et ratios techniques FCE

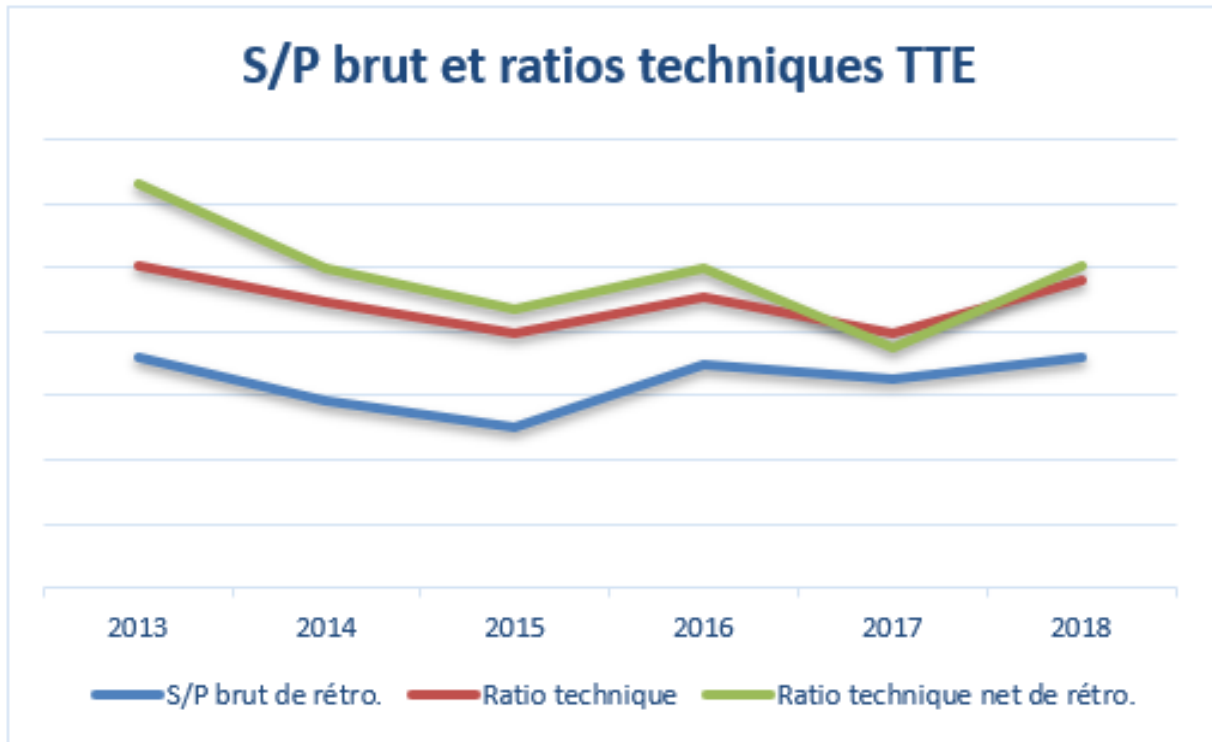


Figure 31 S/P brut et ratios techniques TTE

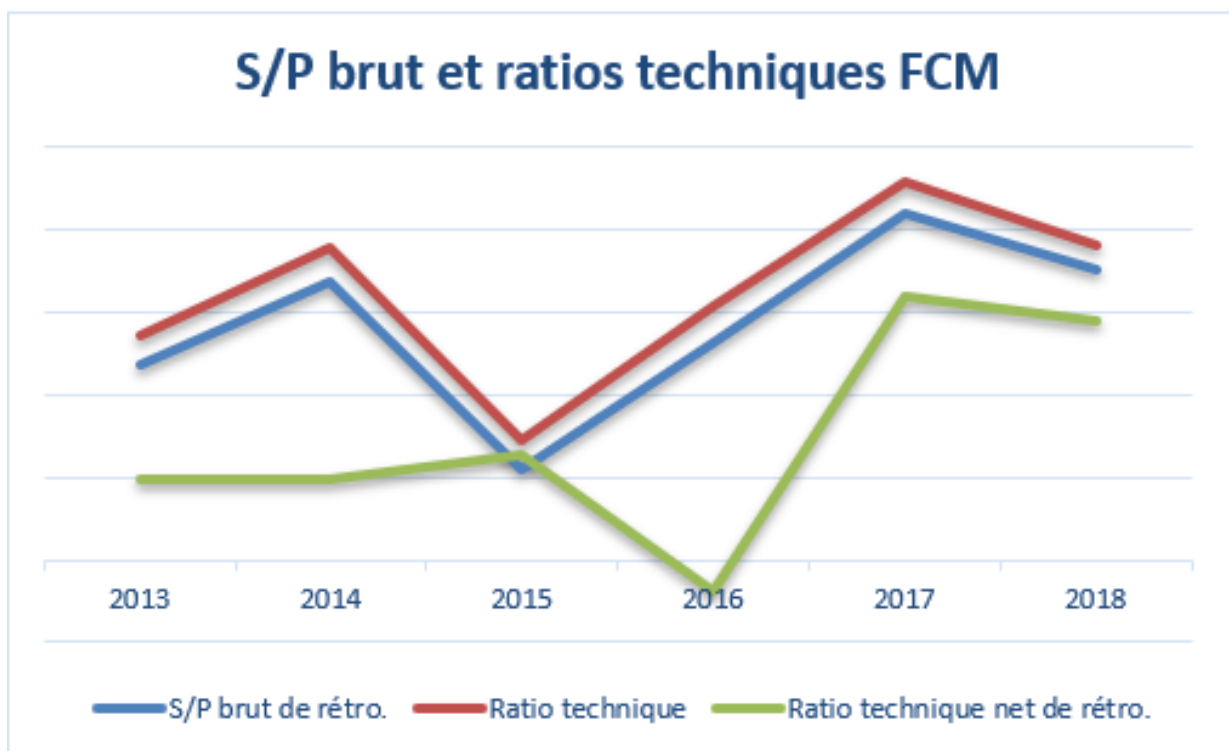


Figure 32 S/P brut et ratios techniques FCM

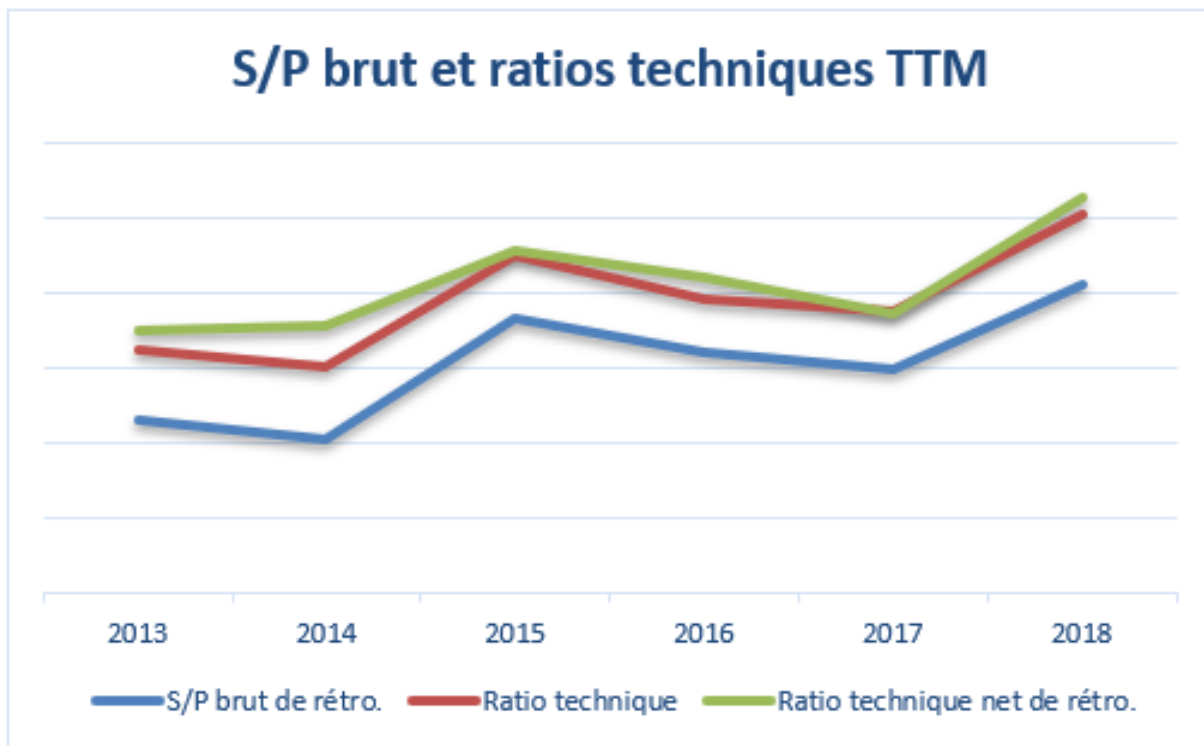


Figure 33 S/P brut et ratios techniques TTM

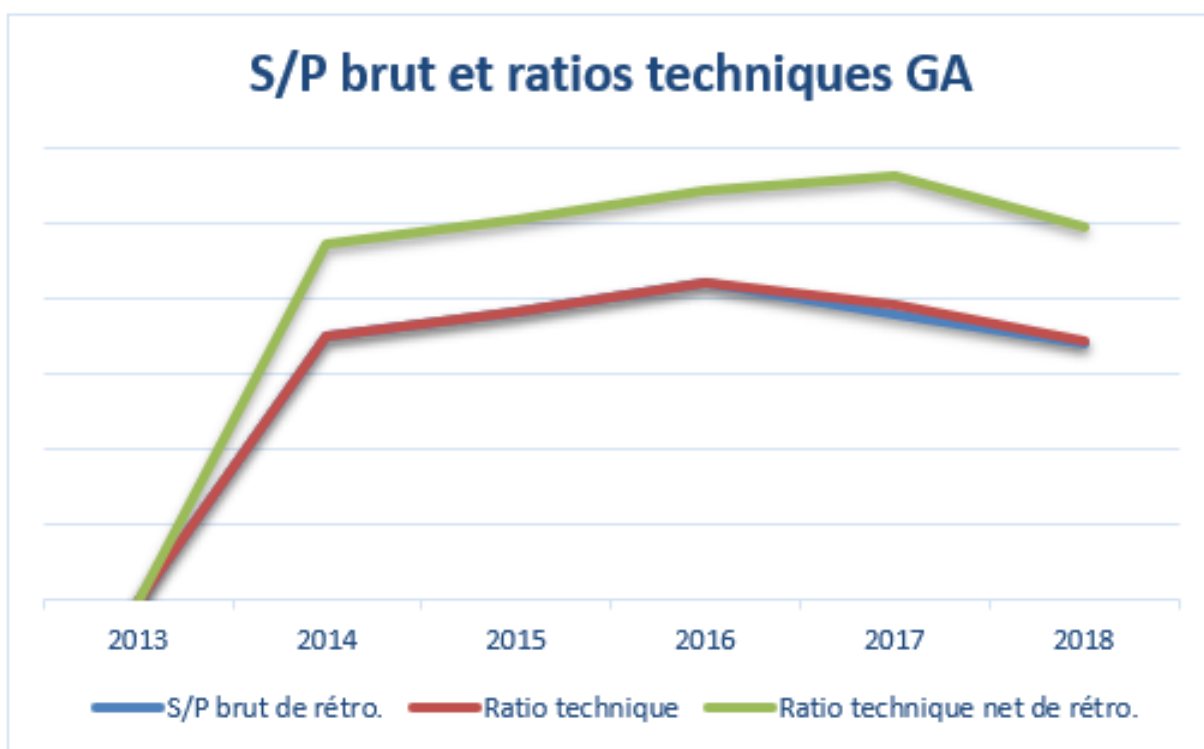


Figure 34 S/P brut et ratios techniques GA

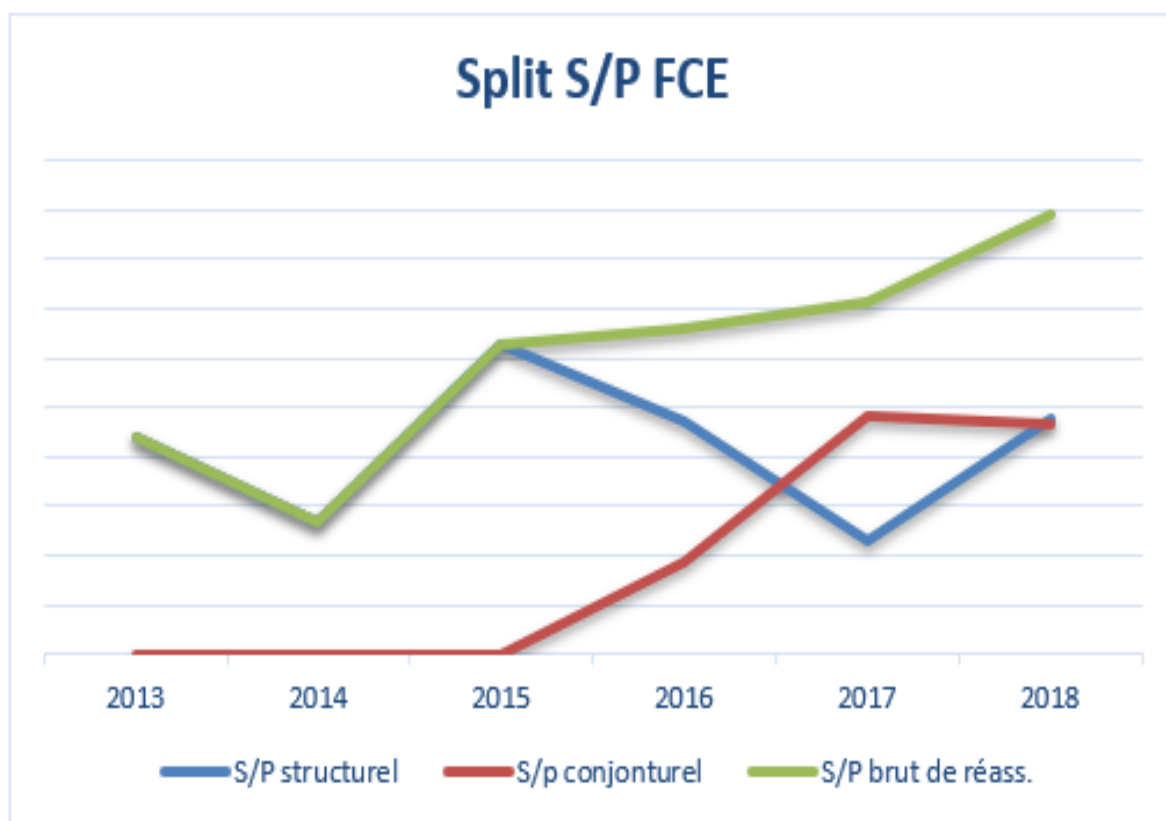


Figure 36 Split S/P FCE

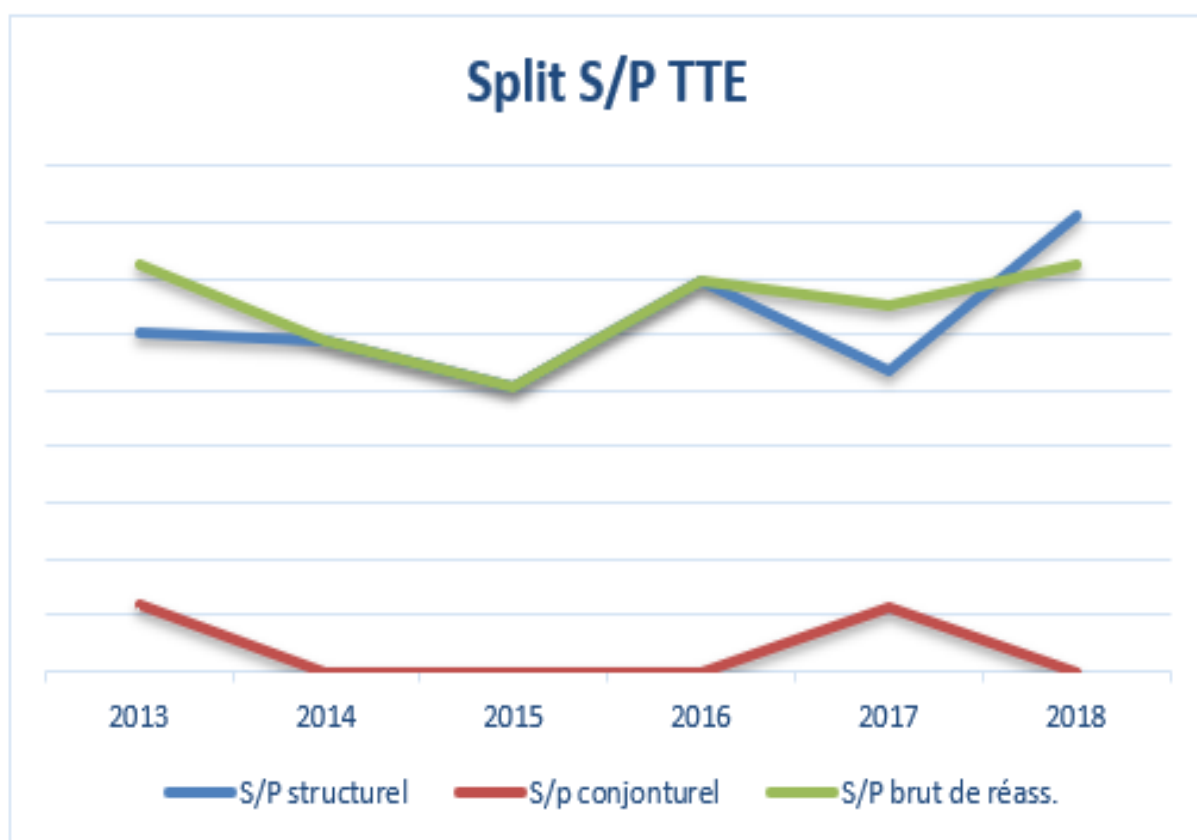


Figure 35 Split S/P TTE

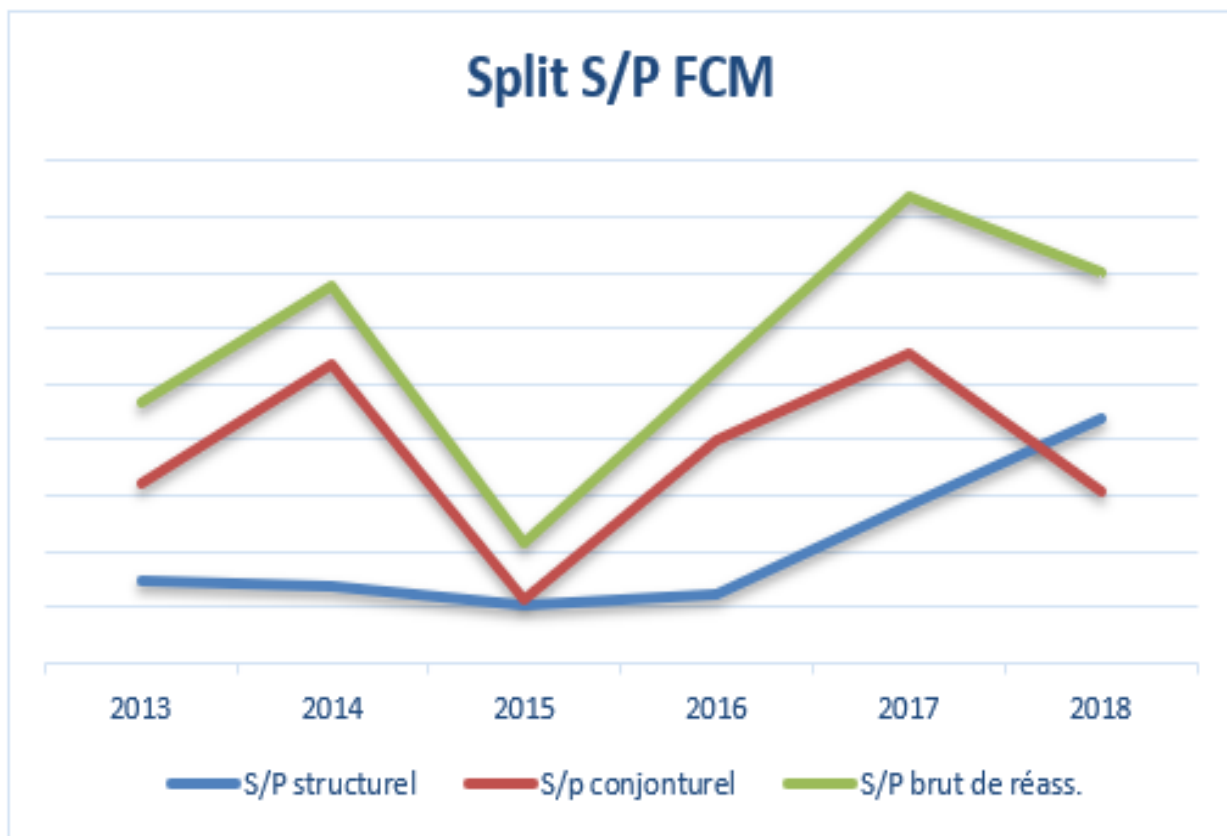


Figure 38 split S/P FCM

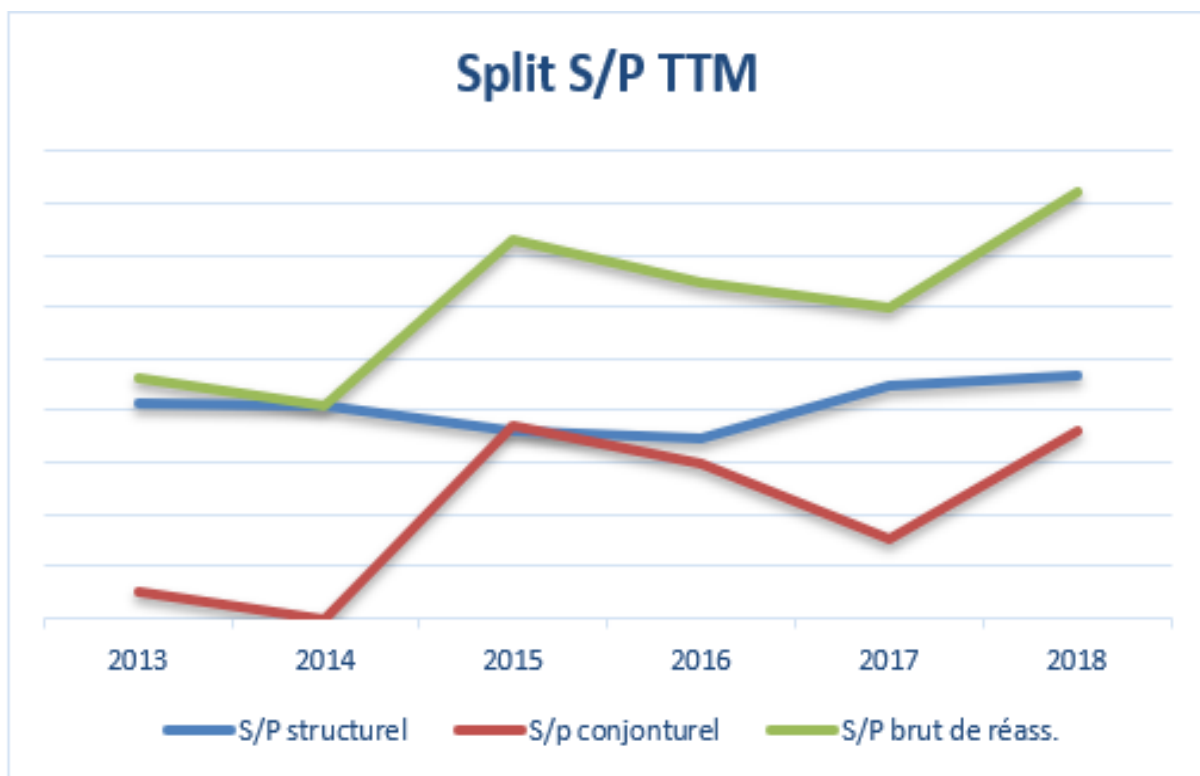


Figure 37 split S/P TTM

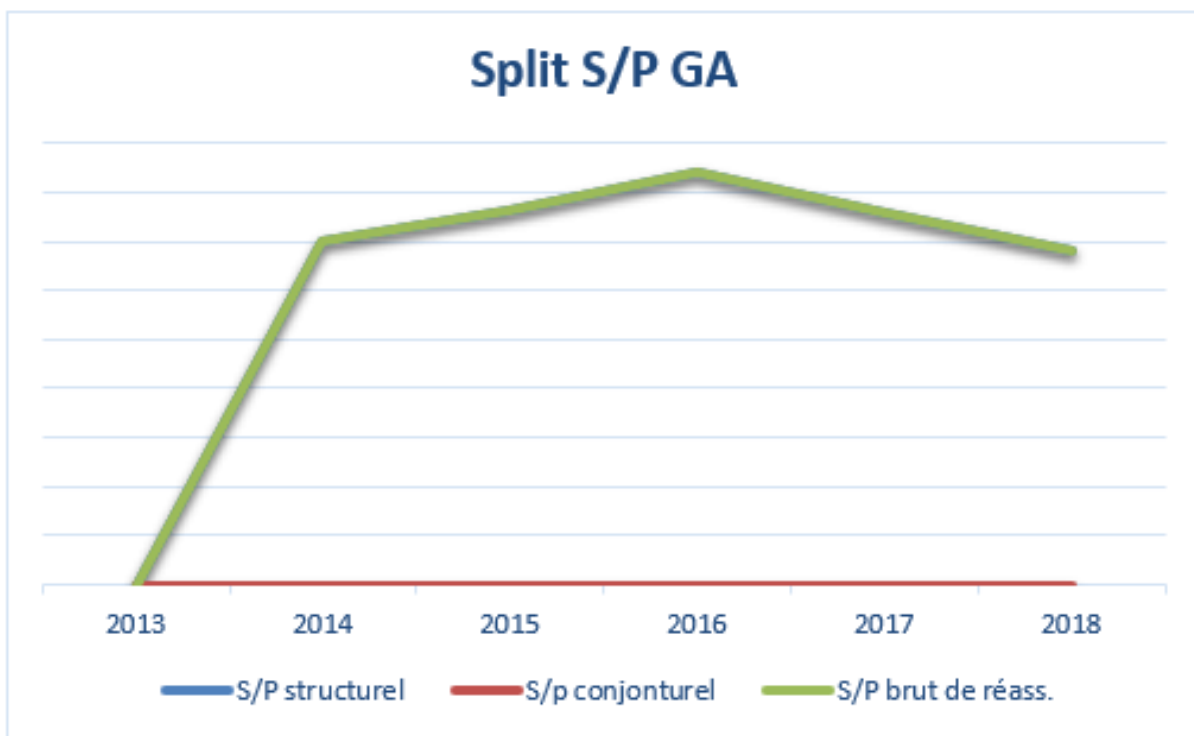


Figure 39 split S/P GA

Bibliographie

JACQUES BLONDEAU, CHRISTIAN PARTRAT, *La Réassurance Approche technique*, Economica 2003

JOHAN SEGERS, JAN BEIRLANT, YURI GOEGEBEUR, and JOZEF TEUGELS, *Statistics of Extremes Theory and Applications*, John Wiley & Sons, Ltd
Copyright 2004

FREDERIC PLANCHET, *MODÈLES FINANCIERS EN ASSURANCE ET ANALYSES DYNAMIQUES : Utilisation de la théorie des valeurs extrêmes dans le cadre de Solvabilité 2*, 2017.

V. MAUME DESCHAMPS, D. RULLIÈRE, AND K. SAID, *A RISK MANAGEMENT APPROACH TO CAPITAL ALLOCATION*, 2015.

PeterMitic, BertrandK.HASSANI, *Shapley Allocation, DiversificationandServicesin OperationalRisk*, 21 Jul 2015.

RIBOULET G., RONCALLI T. *Value-at-Risk* , *Document de recherche, Crédit Lyonnais*. 1999.

Entreprise Risk Management Committee CAS, *Overview of Entreprise Risk Management*, May 2003

JAN L.M. DHAENE, MARK J. GOOVAERTS, and ROB KAAS. *Economic capital allocation derived from risk measures. North American Actuarial Journal*, 7(2), 2003.